



Fisheries and Oceans  
Canada

Science

Pêches et Océans  
Canada

Sciences

**CSAS**

**Canadian Science Advisory Secretariat**

**Research Document 2009/037**

**SCCS**

**Secrétariat canadien de consultation scientifique**

**Document de recherche 2009/037**

**Assessment of the southern Gulf of  
St. Lawrence cod stock, February 2009**

**Évaluation du stock de morue du sud du  
golfe du Saint-Laurent, février 2009**

D. P. Swain, L. Savoie, T. Hurlbut, T. Surette, D. Daigle

Fisheries and Oceans Canada / Pêches et Océans Canada  
Gulf Fisheries Centre / Centre des pêches du golfe  
P.O. Box 5030 / C.P. 5030  
Moncton, NB  
E1C 9B6

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

This document is available on the Internet at:

Ce document est disponible sur l'Internet à:

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/>

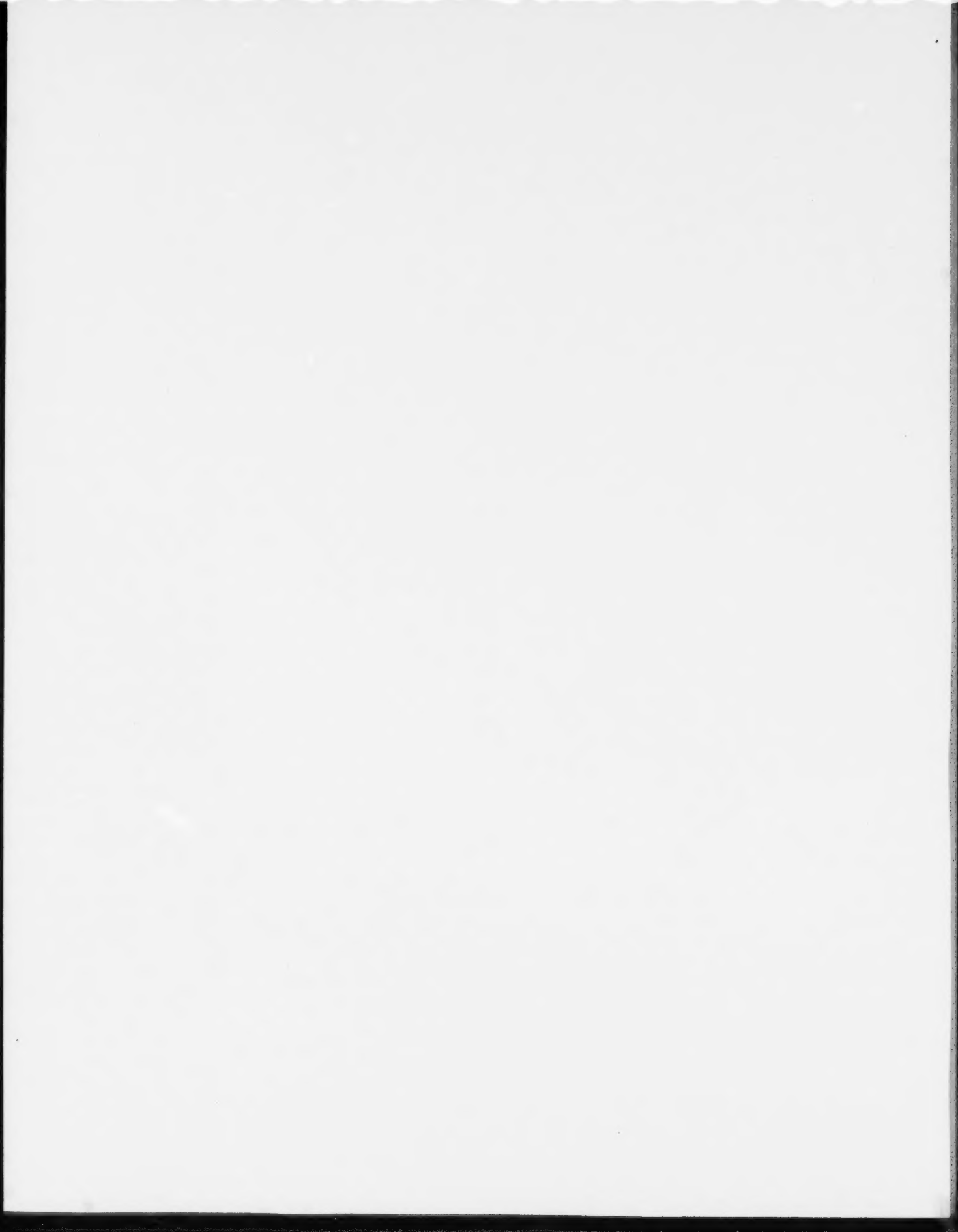
ISSN 1499-3848 (Printed / Imprimé)

ISSN 1919-5044 (Online / En ligne)

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2009

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2009

**Canada**



## TABLE OF CONTENTS / TABLE DES MATIÈRES

ABSTRACT .....	V
RESUME .....	VI
1. INTRODUCTION .....	1
1. INTRODUCTION .....	1
2. DESCRIPTION OF THE 2008 FISHERY .....	2
2. DESCRIPTION DE LA PÊCHE EN 2008 .....	2
2.1. Landings by fishery type, area, gear and month .....	3
2.1. Débarquements selon le type de pêche, zone, engin et mois .....	3
2.2. Management measures .....	4
2.2. Mesures de gestion .....	4
2.2.1. Cod-directed fishery .....	4
2.2.1. Pêche dirigée à la morue .....	4
2.2.2. By-catch fisheries .....	7
2.2.2. Prises accessoires .....	7
3. COMMERCIAL FISHERIES DATA .....	8
3. DONNEES DE LA PECHE COMMERCIALE .....	8
3.1. Age Determination .....	8
3.1. Détermination de l'âge .....	8
3.2. Catch-at-age .....	8
3.2. Prises selon l'âge .....	8
3.3. End of season telephone survey .....	10
3.3. Sondage téléphonique de fin de saison .....	10
4. ABUNDANCE INDICATORS .....	12
4. INDICES DE L'ABONDANCE .....	12
4.1. DFO September trawl survey .....	12
4.1. Relevé au chalut du MPO septembre .....	12
4.2. Sentinel surveys .....	15
4.2. Relevés sentinelles .....	15
4.2.1. August sentinel trawl survey .....	16
4.2.1. Relevé de pêche sentinelle au chalut du mois d'août .....	16
4.2.2. Sentinel longline index .....	20
4.2.2. Relevé de pêche sentinelle à la palangre .....	20
4.3. Other abundance indices .....	22
4.3. Autres indices de l'abondance .....	22
5. POPULATION ANALYSES .....	23
5. ANALYSES DE LA POPULATION .....	23
5.1. Analysis of relative year-class strength .....	23
5.1. Analyse de l'abondance relative des classes d'âge .....	23
5.2. Estimates of relative fishing mortality .....	24
5.2. Estimation du taux de la mortalité relative par pêche .....	24
5.3. Estimates of total mortality (Z) .....	25
5.3. Estimations de la mortalité totale (Z) .....	25
5.4. Sequential population analysis .....	27
5.4. Analyse séquentielle de la population .....	27
6. ASSESSMENT RESULTS .....	33
6. RESULTATS DE L'EVALUATION .....	33
6.1. Trends in population abundance and recruitment .....	34
6.1. Tendances dans l'abondance de la population et le recrutement .....	34

6.2. Spawning and population biomass and exploitation rate .....	35
6.2. Biomasse du stock de reproducteurs, biomasse de la population et taux d'exploitation .....	35
6.3. Surplus production .....	35
6.3. Production de surplus .....	35
6.4. Components of productivity .....	36
6.4. Composantes de la productivité .....	36
6.4.1 Recruitment rate .....	36
6.4.1. Taux de recrutement .....	36
6.4.2. Growth rate .....	38
6.4.2. Taux de croissance .....	38
6.4.3. Natural mortality .....	38
6.4.3. Mortalité naturelle .....	38
7. BIOLOGICAL REFERENCE POINTS .....	39
7. POINTS DE REFERENCE BIOLOGIQUE .....	39
8. MANAGEMENT ALTERNATIVES .....	39
8. OPTIONS POUR LA GESTION .....	39
8.1. Yield projections .....	40
8.1. Projections de prises .....	40
8.2. Risk Analyses .....	40
8.2. Analyses de risque .....	40
8.3. Conclusion .....	41
8.3. Conclusion .....	41
9. ACKNOWLEDGEMENTS .....	42
9. REMERCIEMENTS .....	42
10. REFERENCES .....	43
10. BIBLIOGRAPHIE .....	43
TABLES / TABLEAUX .....	46
FIGURES .....	77
APPENDIX / APPENDICES .....	113



**Correct citation for this publication:**

Swain, D.P., Savoie, L., Hurlbut, T., Surette, T., Daigle, D. 2009. Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, February 2009. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/037. vi + 129 p.

**ABSTRACT**

The cod (*Gadus morhua*) stock of the southern Gulf of St. Lawrence (NAFO 4T and 4Vn (November to April)) has not recovered since it collapsed in the early 1990s. In 2008, the TAC for the stock was 2,000 t, the same level as in 2007. Estimated landings from all sources amounted to 1,648 t up to December 31, 2008, including 121 t landed from 4Vn mainly in January-February 2008. About 70% of the landings were of fish 6 to 8 years old. In a telephone survey of fishermen active in 2008, the most common opinion was that the abundance of the stock in 2008 was about the same as in 2007. The abundance indices for this stock indicate that it is at a record low level. The indices of abundance and biomass from the September bottom-trawl survey of the southern Gulf, conducted since 1971, have been at a record-low level since 2005. The abundance index from the sentinel trawl survey, conducted since 2003, declined in 2005 and has remained below the 2003-2004 level since then. Catch rates in the sentinel longline survey, conducted since 1995, declined to a record low level in 2005 and have declined further each year since then. Based on the survey data, the total mortality rate (Z) was estimated to be 0.57 during the fishing moratorium in 1994-1997, indicating that natural mortality (M) was 0.4 or higher, well above the estimates of 0.2 or less in studies using data from the 1970s and earlier. Estimated Z increased to higher levels in the 2000s, indicating further increases in M in recent years. Population models indicate that abundance and biomass have been steadily declining for several years. Spawning stock biomass (SSB) is estimated to be 28,000 t at the beginning of 2009, the lowest level observed in the 60-year record. SSB is estimated to now be about one-third of the 2000 level, and is well below the limit reference point for the stock (80,000 t or higher). Recent year-classes are estimated to be extremely weak, the lowest on record. SSB is almost certain to decline further in 2009, even with no fishery. With no catch in 2009, there is a 94% probability of a decline of 5% or more, and a 54% probability of a decline of 10% or more. The stock currently has a production deficit, mainly due to elevated natural mortality. The population is expected to continue to decline even in the absence of fishing unless productivity improves. Given the status of the stock relative to the limit reference point, the application of the precautionary approach would require catches in 2009 to be at the lowest level possible. While elevated natural mortality is the main reason for the current decline of this stock, actions to preserve the remaining spawning biomass would increase the chance for the stock to recover if productivity improves.

## La présente publication doit être citée comme suit :

Swain, D.P., Savoie, L., Hurlbut, T., Surette, T., Daigle D. 2009. Évaluation du stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent, février 2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2009/037. vi + 129 p.

## RESUME

Le stock de morue (*Gadus morhua*) du sud du golfe du Saint-Laurent (divisions 4T et 4Vn [de novembre à avril] de l'OPANO) s'est effondré au début des années 1990 et ne s'est pas rétabli depuis. En 2008, le TAC de ce stock a été de 2 000 t. au même niveau que 2007. Les débarquements estimés, de toutes sources confondues jusqu'au 31 décembre 2008, se chiffraient à 1 648 t, incluant environ 121 t capturée dans la zone 4Vn en janvier et février 2008. Environ 70% des débarquements se composaient de poissons de 6 à 8 ans. Dans un sondage téléphonique, les pêcheurs ont signalé que l'abondance du stock était similaire à celle de 2007. Les indices d'abondance applicables à ce stock indiquaient que celui-ci est tombé à un seuil record. Les indices d'abondance et de biomasse découlant du relevé au chalut de septembre dans le sud du golfe, effectué depuis 1971, sont à un bas niveau record depuis 2005. Les indices d'abondance découlant des relevés sentinelles au chalut, effectués depuis 2003, sont à la baisse depuis 2005 et ont resté en-dessous des niveaux de 2003-2004 depuis cette date. Les taux de prises dans le relevé sentinelle à la palangre, effectué depuis 1995, sont tombés à des bas niveaux records en 2005 et ont diminué de plus en plus chaque année. Les estimations de la mortalité totale ( $Z$ ) d'après les données des relevés étaient de 0,57 durant le moratoire en 1994-1997, indiquant que la mortalité naturelle était de 0,4 ou plus grande, bien au-dessus des évaluations de 0,2 ou moins dans les études utilisant les données des années 70 et les années avant cette période. Les estimations de  $Z$  ont augmenté au cours des années 2000, indiquant des accroissements de  $M$  dans les récentes années. Les modèles de population indiquent que la biomasse et l'abondance du stock ont diminué de façons régulières depuis plusieurs années. La biomasse du stock reproducteur (BSR) est estimée à 28 000 t au début de 2009, ce qui est le plus bas niveau en 60 ans d'observation. On estime maintenant que la BSR est à un tiers du niveau de 2000 et bien inférieur au point de référence limite pour ce stock, soit 80 000 t ou plus. Selon les dernières estimations, les classes d'âge récentes sont extrêmement faibles, à leurs plus bas niveaux. La BSR est presque sûr de diminuer en 2009, même sans une pêche. Sans prise pour 2009, il y a une probabilité de 94% d'un déclin de 5% ou plus, et une probabilité de 54% d'un déclin de 10% ou plus. Le stock a actuellement une production déficitaire, principalement due à une mortalité naturelle élevée. On s'attend à ce que la population continue à diminuer même en l'absence de la pêche à moins que la productivité du stock s'améliore. Compte tenu de l'état du stock par rapport au point de référence limite, l'application du principe de précaution nécessiterait de limiter les prises au plus bas niveau possible en 2009. Il est reconnu que la cause principale du déclin actuel du stock est reliée à la mortalité naturelle, cependant, il serait important de prendre tous les moyens possibles pour préserver autant que possible la biomasse reproductrice restante, de façon à ce qu'un rétablissement soit possible si le régime de productivité s'améliore.

## 1. INTRODUCTION

The southern Gulf of St. Lawrence (sGSL) cod (*Gadus morhua*) stock has remained at low abundance since the first moratorium on the fishery was imposed in 1993. This stock had produced landings averaging over 47,000 t in the period from 1917 - 1993. After the stock collapsed, the fishery was closed from September 1993 to May 1998. The fishery was reopened as an index fishery with a total allowable catch (TAC) of 3,000 t in 1998. The TAC was set at 6,000 t from 1999 to 2002. The directed fishery was closed again in 2003 but was re-opened with a TAC of 3,000 t in 2004. In 2005, the TAC was increased to 4,000 t and remained at that level in 2006. Landings since 1993 have been below the TACs and a fraction of the landings prior to the collapse. The last several assessments have indicated that spawning stock biomass is well below 80,000 t, the limit reference point for this stock. Below this level, application of the precautionary approach would suggest limiting catches to the lowest level possible (DFO 2006). The last three assessments (Chouinard et al. 2006; Swain et al. 2007a; Chouinard et al. 2008) have indicated that stock biomass is expected to decline over the short-term even without fishing. In 2007, the TAC was reduced from 4,000 t to 2,000 t and remained at that level in 2008.

The lack of recovery of this stock in the 1990s and 2000s is attributed to reduced productivity caused by an increase in natural mortality, low growth rates, low recruitment due to reduced spawning stock biomass as well as fishery removals (Chouinard et al. 2003a). The productivity of the stock is much lower than it was in the 1970's when a similar decline occurred. Given the low productivity, the limited removals from the stock by the fishery are nonetheless sufficient to further delay any potential recovery (Shelton et al. 2006).

## 1. INTRODUCTION

L'abondance du stock de morue (*Gadus morhua*) du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) demeure faible depuis le premier moratoire sur la pêche en 1993. Ce stock avait donné lieu à des prises moyennes de plus de 47 000 t dans la période 1917 à 1993. Lorsque le stock s'est effondré, la pêche a été interdite de septembre 1993 à mai 1998. En 1998, une pêche indicatrice de 3 000 t a été permise. Le Total autorisé des captures (TAC) a été fixé à 6 000 t de 1999 à 2002. La pêche a été interdite à nouveau en 2003 mais a été rouverte en 2004 avec un TAC de 3 000 t. En 2005, le TAC a été augmenté à 4 000 t et il a été fixé à ce niveau en 2006. Les débarquements moyens depuis 1993 ont été inférieurs au TACs et n'ont constitué qu'une fraction des débarquements annuels enregistrés avant l'effondrement. Les dernières évaluations de ce stock ont indiqué que la biomasse du stock reproducteur est nettement en-dessous de 80 000 t, le point de référence limite pour ce stock. En dessous de ce niveau, l'application de l'approche de précaution suggère que les prises soient limitées au plus bas niveau possible (DFO 2006). Les trois dernières évaluations de ce stock (Chouinard et al. 2006 ; Swain et al. 2007a; Chouinard et al. 2008) ont indiqué que la biomasse du stock va diminuer à court terme, même sans pêche. En 2007, le TAC a été réduit de 4 000 t à 2 000 t et il a été fixé à ce niveau en 2008.

L'absence de rétablissement de ce stock dans les années 1990 et 2000 est attribuée à une productivité réduite causée par une augmentation de la mortalité naturelle, un faible taux de croissance et un recrutement faible causé par le faible niveau de biomasse adulte et le prélèvement de la pêche (Chouinard et al. 2003a). La productivité du stock est inférieure à celle qui a été observée dans les années 1970 alors qu'un déclin similaire avait été observé. Étant donné la faible productivité, les prélèvements par la pêche, quoique faibles, sont néanmoins suffisants pour retarder un rétablissement potentiel de ce stock (Shelton et al. 2006).

The present manuscript describes the 2008 fishery for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock (Northwest Atlantic Fisheries Organization Divisions 4T and 4Vn (November-April) – see Figure 1) and documents the 2009 evaluation of stock status using research and fishery data available to the end of 2008. Population models provide estimates of population size for the stock up to the beginning of 2009. As well, projections of population trends for various catch levels in 2009 are provided.

## **2. DESCRIPTION OF THE 2008 FISHERY**

On June 24, 2008, the Department of Fisheries and Oceans announced a TAC of 2,000 t for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock for the 2008-2009 fishing season. As in previous years, the fishing season extends from May 15 of the current year to May 14 of the following year. Except for some limited catches in 4Vn expected in early 2009, most of the fishery in 4T has taken place during 2008 because of closures to the directed fishery to protect spawning fish during the spring. Fisheries for American plaice, witch flounder, winter flounder, yellowtail flounder, Atlantic halibut, Greenland halibut and redfish (experimental fishery) in NAFO Division 4T continued to be subject to a number of management measures to limit cod by-catch. An allocation was in place for conducting sentinel surveys to monitor the abundance of the stock, using longline gear throughout the season, and otter trawl gear during a survey in the month of August. An allocation of 200 t from the TAC was reserved for all scientific activities, including the sentinel surveys. The allocation table for 2008 is presented in Appendix I.

Ce rapport décrit la pêche à la morue de 2008 pour le stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 4T et 4Vn [avril à novembre]) de l'organisation des Pêcheries de l'Atlantique Nord-Ouest - voir Figure 1) et documente l'évaluation de l'état du stock réalisée en 2009 avec les données scientifiques et de la pêche disponibles à la fin de 2008. Un modèle de population fournit une mise à jour des estimés de population jusqu'au début de l'année 2009. De plus, des prévisions de la tendance de la population pour divers niveaux de prises en 2009 sont fournies.

## **2. DESCRIPTION DE LA PÊCHE EN 2008**

Le 24 juin, 2008, le ministère des Pêches et Océans annonçait que le TAC pour le stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent soit à 2 000 t pour la saison de pêche 2008-2009. Comme au cours des années précédentes, la saison de pêche s'étend du 15 mai de l'année courante jusqu'au 14 mai de l'année suivante. À l'exception de prises limitées dans la zone 4Vn attendues en début 2009, la plupart des activités de pêche dans 4T ont été effectuées en 2008 puisque la pêche dirigée est interdite le printemps lors de la saison de fraie. Les pêcheries pour la plie canadienne, la plie grise, la plie rouge, la limande à queue jaune, le flétan de l'Atlantique, le flétan noir et une pêche expérimentale du sébaste ont continué d'être l'objet de mesures de gestion afin de limiter les prises accidentelles de morue. Une allocation a été réservée pour effectuer des relevés par la pêche sentinelle, pour le suivi de l'abondance du stock, soit par des palangriers au cours de la saison ou par chalut au mois d'août. Une allocation de 200 t du TAC était réservée pour les activités scientifiques incluant les relevés sentinelles. Le tableau des allocations pour la saison de 2008 est présenté à l'Annexe I.



## 2.1. Landings by fishery type, area, gear and month

Total estimated landings of southern Gulf of St. Lawrence cod in 2008 were 1,648 t, with the majority of the landings reported from NAFO Division 4T (Table 1 and Figure 2). This included 1,483 t from fisheries directed specifically at cod or as by-catch in fisheries directed at other species (mainly flatfish), and approximately 44 t from the sentinel surveys (36 t of longline catches and 8 t from the August mobile survey). A total of 121 t were landed in 4Vn between January and April 2008.

Total 4T-Vn (Nov.-Apr.) cod catches in 2008 by gear type (commercial and sentinel landings combined) are given in Table 2. Mobile gears accounted for about 67% of commercial landings in 2008 (otter trawls comprised 43% and seiners 24%) (Table 3). Otter trawl catches were greatest in July, October and November (Table 3). Seiners recorded the highest catches in July. Gillnet catches made up approximately 8% with the majority of catches in July. Longline landings comprised slightly over 15% of the total commercial catches, with the majority recorded from July to October. Handlines accounted for approximately 7% of the commercial landings, with almost all fishing occurring in September. No catches were recorded for other gears (e.g. pots) in 2008 (Table 3).

The distribution of both catch and effort was examined for mobile (seines and trawls) and fixed (gillnets and longlines) gears. The geographic distribution of catch and effort was similar. As a result, catch distribution is fairly representative of effort distribution. There were some catches during the winter fishery by mobile gears. Because of restrictions on the amount of catch until June, most of the catches occurred between June and November. Mobile gear catches were located primarily

## 2.1. Débarquements selon le type de pêche, zone, engin et mois.

Le total des prises de morue du sud du golfe du Saint-Laurent était de 1 648 t en 2008, la plupart des débarquements provenant de la zone 4T de l'OPANO (Tableau 1 et Figure 2). La pêche commerciale à la morue et les prises accidentelles de morue dans les pêches dirigées vers d'autres espèces (principalement les poissons plats) ont donné lieu à des prises de 1 483 t. Environ 44 t provenaient des relevés par pêche sentinelle (36 t des palangriers et 8 t du relevé sentinelle du mois d'août). Il y a eu 121 t débarquées dans 4Vn de janvier en avril 2008.

Les prises totales de morue de 4T-Vn (novembre-avril) en 2008 par type d'engin (débarquements commerciaux et de pêche sentinelle combinés) sont présentées au Tableau 2. Pour les prises commerciales uniquement, les engins mobiles comptaient pour environ 67% des débarquements en 2008 (les chaluts à panneaux 43 % et les sennes 24%) (Tableau 3). Les prises au chalut les plus élevées ont été réalisées en juillet et de octobre à novembre (Tableau 3). Les prises à la senne ont atteint leur sommet en juillet. Les prises au filet ont culminé en juillet et comptaient pour environ 8% des prises commerciales. La majorité des prises des palangriers ont été enregistré entre juillet et octobre et comptaient pour un peu plus de 15% des prises. Les lignes à main ont enregistré presque 8% des prises commerciales, surtout en septembre. Aucune prise n'a été enregistré par les autres engins (ex : casiers) en 2008 (Tableau 3).

La distribution des prises et de l'effort a été examinée pour les engins mobiles (sennes et chaluts) et les engins fixes (filets maillants et palangres). La distribution géographique des prises et de l'effort était similaire, ce qui indique que la distribution des prises reflète assez bien la distribution de l'effort de pêche. Il y a eu des prises durant la pêche hivernale. À cause des restrictions sur les captures avant juin, la plupart des prises ont été effectuées entre les mois de juin et novembre. Les prises des engins mobiles ont été

in the Shediac Valley and in the Cape Breton Trough (Figures 3 and 4). Compared to last year few catches occurred at the mouth of Chaleur Bay.

Fixed gear catches occurred primarily along the coast of the Maritime provinces, the Gaspé Peninsula and the Magdalen Islands (Figures 5 and 6). Most of the catches were made near Miscou Bank and the north side of Prince Edward Island (PEI).

## **2.2. Management measures**

Following the consultative process (GGAC – Gulf Groundfish Advisory Committee), the Minister of Fisheries and Oceans established the TAC at 2,000 tonnes for the 2008-2009 fishing season. The management measures in place in 2007 were followed in 2008. The allocation table is described in Appendix I. The groundfish management zones within 4T are shown in Figure 7.

### **2.2.1. Cod-directed fishery**

In 2008, no directed cod fishing was allowed in 4T before June 24 in order to protect spawning cod. As in previous years, fisheries directed at species other than cod were not permitted inside the Miscou area (see Chouinard et al. 2001) except when the cod directed fishery was opened.

The inshore zone (10 fathom line) of Chaleur Bay (4T6) and part of 4T3a were closed to all mobile gear fisheries from January 1 to December 31, 2008. The cod juvenile area (4T5) was closed to all groundfish fisheries (fixed and mobile) from January 1 to December 31, 2008. Dual license holders (mobile and fixed) had to choose to fish only one gear type until December 31, 2008. For both fixed and mobile gear sectors, 100% dockside monitoring was in place.

effectuées dans la vallée de Shédiac et dans la cuvette du Cap-Breton (Figures 3 et 4). Les prises à l'entrée de la baie des Chaleurs étaient faibles par rapport à celles rapportées en 2007.

Les prises des engins fixes se trouvaient principalement dans les eaux côtières des Provinces Maritimes, de la Gaspésie et des Îles de la Madeleine (Figures 5 et 6). La plupart des prises se trouvaient sur le Banc Miscou et la côte nord de l'Île du Prince-Édouard (IPE).

## **2.2. Mesures de gestion**

À la suite du processus consultatif (Comité Consultatif des Poisson de Fonds du Golfe), le Ministre des Pêches et Océans a établi le TAC à 2 000 tonnes pour la saison de pêche 2008-2009. Les mesures de gestion qui ont été mises en place en 2007 ont été reconduites en 2008. Le tableau des allocations est présenté à l'annexe I. Les zones de gestion pour la pêche au poisson de fond sont à la Figure 7.

### **2.2.1. Pêche dirigée à la morue**

En 2008, il n'y a eu aucune pêche dirigée à la morue dans la zone 4T avant le 24 juin pour protéger les morues reproductrices. Comme dans les dernières années, la pêche dirigée à d'autres espèces de poissons de fond a été interdite à l'intérieur de la zone de Miscou (voir Chouinard et al. 2001) sauf lorsque la pêche à la morue était permise.

La zone intérieure (la ligne de 10 brasses) de la baie des Chaleurs (4T6) et une partie de 4T3a ont été interdites à la pêche avec des engins mobiles du 1 janvier au 31 décembre 2008. La zone de juvéniles (4T5) a été interdite à toutes les pêcheries de poissons de fond (fixes et mobiles) du 1 janvier au 31 décembre 2008. Les détenteurs de permis doubles (engins fixes et engins mobiles) devaient choisir un type d'engin pour la période s'achevant à la fin décembre 2008. Un suivi complet des débarquements (100%) à quai était en vigueur.

The conservation measures for the mobile sector (vessels less than 65 feet) in the southern Gulf included a minimum mesh size of 145 mm diamond in the codend and non-tapering portion of the lengthening piece, for a minimum of 50 meshes. The remainder of the trawl required a minimum mesh size of 130 mm diamond.

As in 2007, fishery management regimes in the mobile fisheries included pooling of quotas between enterprises (Chouinard et al. 2008). The fishing season for mobile gears was from June 24 to December 31, 2008.

In the fixed gear sector, longline fisheries were allowed a maximum of 2,000 hooks per license (minimum size – circle hooks with minimum gape of 12.6 mm). The minimum mesh size for gillnets was 140 mm diamond, with a maximum of 10 nets of 50 fathoms each. In the handline fishery, a maximum of 4 handlines with a maximum of 4 hooks was permitted. Fishers were required to notify DFO which gear they intended to use for each fixed gear fishery – only one of either longline, gillnet or handline.

In 2008, DFO announced the implementation of regional shares in the 4TVn cod fishery for the fixed gear fleet (< 19.8m) based on historical landings from 1986-2004. The objective was to provide more stability to participants and allow fleets to more efficiently manage their activities by region:

- Gulf region: New Brunswick fleet (gillnets, longlines, handlines), Nova Scotia fleet (longlines, handlines), Prince Edward Island fleet (handlines)
- Quebec region: North Shore fleet (gillnets, longlines, handlines), Gaspé Peninsula fleet (gillnets, longlines, handlines), Magdalen Islands fleet (gillnets, longlines, handlines),
- Newfoundland and Labrador region: Newfoundland fleet

Les mesures de conservation pour le secteur des engins mobiles (navires de moins de 65 pieds) dans le sud du golfe imposaient une taille minimale du maillage de 145 mm (maillage losange) dans le cul du chalut et pour un minimum de 50 mailles dans la partie cylindrique de la rallonge. Un maillage minimal de 130 mm (losange) était obligatoire pour le reste du chalut.

Comme ce fut le cas pour la pêche de 2007, le régime de gestion pour les engins mobiles permettait le regroupement des quotas entre entreprises (Chouinard et al. 2008). La saison de pêche pour les engins mobiles s'étendait du 24 juin au 31 décembre 2008.

Pour le secteur des engins fixes, le nombre maximum d'hameçons pour les permis de palangre était de 2 000 (hameçons circulaires de d'ouverture minimale 12,6 mm) et le maillage minimal des filets maillants a été fixé à 140 mm, avec un maximum de 10 filets de 50 brasses chacun. Dans le secteur de la pêche à la ligne à main, la limite était fixée à 4 lignes et à 4 hameçons. Les pêcheurs étaient tenus d'aviser le MPO sur l'engin fixe (un seul étant permis) qu'ils allaient utiliser (filets, palangres ou lignes à mains) pour la durée de chaque saison de pêche.

En 2008, le MPO annonce l'introduction de parts régionales dans la pêche à engins fixes pour la flottille (<19.8m) établies en fonction des débarquements antérieurs réalisés entre 1986 et 2004. Le but de cette mesure est de fournir plus de stabilité aux participants et permettre aux flottilles de gérer leurs activités de façon plus efficace dans leur région :

- Région du Golfe : flottille du Nouveau-Brunswick (filet maillant, palangres, lignes à main), flottille de la Nouvelle-Écosse (filet maillant, palangres, lignes à main), flottille de l'Île-du-Prince-Édouard (lignes à main)
- Région du Québec : flottille de la Basse-Côte-Nord (filet maillant, palangres, lignes à main), flottille de la Gaspésie (filet maillant, palangres, lignes à main), flottille des îles-de-la-Madeleine (filet maillant, palangres, lignes à main),

- (gillnets, longlines, handlines), and
- Maritimes region: Maritimes fleet (gillnets, longlines, handlines).

- Région de Terre-Neuve et Labrador : flottille de Terre-Neuve (filet maillant, palangres, lignes à main), et
- Région des Maritimes : flottille des Maritimes (filet maillant, palangres, lignes à main).

In 2008, the fishing season for New Brunswick fleet was July 29 until December 31. The fishing period for Nova Scotia fleet was September 9 until October 2. The Prince Edward Island fleet fished from September 23 to 25. The Quebec region, North Shore fleet had no fishery. The fishing period for the Gaspé fleet initially took place on July 7 to 11 and re-opened on July 29 to 31. The fishing period for the Magdalen Islands fleet initially took place over a period of 13 hours from 4 AM to 6 PM on August 11 and re-opened on August 16 to December 31. The Newfoundland and Labrador region had no fishery and the Maritimes region fished from October 15 to 20.

La saison de pêche en 2008 pour la flottille du Nouveau-Brunswick s'est déroulée du 29 juillet au 31 décembre. La saison de pêche pour la flottille de la Nouvelle-Écosse s'est déroulée du 9 septembre au 2 octobre et celle de la flottille de l'Île-du-Prince-Édouard s'est déroulée du 23 au 25 septembre. Pour la région du Québec, la saison de pêche de la flottille de la Basse-Côte-Nord n'a pas eu lieu. La saison de pêche pour la flottille de la Gaspésie s'est déroulée premièrement du 7 au 11 juillet et ensuite du 29 au 31 juillet. La pêche pour la flottille des îles-de-la-Madeleine s'est étendue sur une période de 13 heures, soit de 04h00 à 18h00 le 11 août et a été rouverte du 16 août au 31 décembre. La saison de pêche de la région de Terre-Neuve et Labrador n'a pas eu lieu et celle de la région des Maritimes s'est déroulée du 15 au 20 octobre.

The small fish protocol remained in effect for both mobile and fixed gears. Fishing was closed if the percentage of small fish reached or exceeded 15% (by number) of the catch. In 2008, the minimum size for cod remained at 43 cm. Minimum fish sizes for other species were as follows:

- 30 cm for American plaice and witch flounder,
- 45 cm for white hake,
- 25 cm for winter and yellowtail flounder,
- 81 cm for Atlantic halibut,
- 44 cm for Greenland halibut, and
- 22 cm for redfish.

The targeted observer coverage for mobile gears in 2008 remained the same as in 2007 (15%). It varied between 10% and 15% for fixed gear vessels <45 feet and between 15% and 20% for fixed gear vessels >45 feet. Dockside monitoring for 2008 was again set at 100%. Mandatory

Le protocole de suivi des petits poissons est demeuré en vigueur pour les engins mobiles et fixes. La pêche était fermée si le pourcentage des petits poissons excédait 15% (en nombre) de la prise. En 2008, la taille minimale a été maintenue à 43 cm pour la morue. Les tailles minimales pour les autres espèces étaient les suivantes :

- 30 cm pour la plie canadienne et la plie grise,
- 45 cm pour la merluche blanche,
- 25 cm pour la plie rouge et la limande à queue jaune,
- 81 cm pour le flétan Atlantique,
- 44 cm pour le turbot, et
- 22 cm pour le sébaste.

L'objectif de couverture par observateurs pour les engins mobiles en 2008 est resté au niveau de 2007, soit 15%. Ce pourcentage était entre 10 et 15% pour les engins fixes <45 pieds, et entre 15% et 20% pour les engins fixes >45 pieds. Le pourcentage de vérifications intégrales des débarquements à



hail-outs to the observer company (BIOREX) were required 10 hours prior to departure from the wharf; for Quebec vessels, fishers were required to contact the observer company prior to 7 PM on the day before the fishing trip.

A recreational fishery for cod occurred in 2008, with openings of five weeks or less. The dates of these openings varied from area to area. The landings in this fishery were estimated to be 5.5 t. As in 2007, charter vessel operators on PEI were granted educational licenses which allowed the capture of two cod per person per vessel up to a maximum of 25 cod per trip. Landings from this fishery were 6.7 t. These operators purchased ITQ quota to cover a portion of their landings (2.4 t), which are included in Table 1. The remainder of their landings (4.3 t) were applied to the recreational fishery quota.

### **2.2.2. By-catch fisheries**

The management measures regarding the by-catch of cod in other fisheries were similar to those used in previous years. The by-catch limit (by weight) of cod in fisheries directed toward Atlantic halibut, witch flounder and American plaice was maintained at 25% per fishing trip in 2008. In the winter flounder fixed gear fishery, the cod by-catch limit was 5%; the winter flounder and the yellowtail mobile gear fishery were set at 10% for areas 4T2a, 4T6, 4T7 and 4T8. A by-catch limit of 5% was in place in the redfish fishery.

In by-catch fisheries, the minimum mesh sizes for witch flounder and American plaice were 155 mm (diamond or square) mesh in the codend, and 140 mm mesh in the yellowtail and winter flounder fisheries.

quai pour la saison 2008 étaient de 100%. Les pêcheurs étaient tenus d'aviser la firme d'observateurs (BIOREX) 10 heures avant le départ du quai : pour les navires québécois, les pêcheurs devaient entrer en contact avec la firme du service d'observateurs avant 19h00 la veille du départ.

La pêche récréative à la morue était permise en 2008 pour des périodes de 5 semaines ou moins. Les dates d'ouverture variaient selon la zone géographique. Les prises de cette pêche ont été estimées à 5,5 t. Comme en 2007, les opérateurs d'entreprises de pêche récréative à l'Î.-P.-E. ont reçu un permis de pêche pour fins éducationnelles. Ce permis permettait la capture, la manipulation et la remise à l'eau de deux morues par personne par navire. Les débarquements de cette pêche ont été 6,7 t. Ces débarquements des pêcheurs propriétaires d'entreprises de pêche récréative qui s'étaient procurés du contingent QIT pour couvrir une portion de leur débarquement (2.4 t), sont inclus au Tableau 1. Le reste de leur débarquement (4.3 t) ont été appliqué au contingent de la pêche récréative.

### **2.2.2. Prises accessoires**

Les mesures de gestion prises à l'égard des prises accessoires de morue par les pêcheurs d'autres espèces étaient semblables aux mesures prises au cours des années précédentes. La limite des prises accessoires de morue par les pêcheurs utilisant des engins mobiles pour la pêche au flétan Atlantique, à la plie grise et la plie canadienne a été maintenue à 25 % (en poids) par sortie en 2008. Pour le secteur des engins fixes visant la plie rouge, la limite des prises de morues capturées accidentellement était de 5%; de 10% dans la pêche à la plie rouge et la limande à queue jaune aux engins mobiles dans les zones 4T2a, 4T6, 4T7 et 4T8. Pour le sébaste, la limite a été fixée à 5 %.

Dans les pêches où la morue est capturée de façon accessoire, le maillage minimal pour la plie grise et la plie canadienne était de 155 mm (maillage losange ou carré) dans le cul du chalut et de 140 mm pour les pêcheries de

Gillnets required a minimum mesh size of 140 mm.

Small fish protocols and targets for observer coverage and dockside monitoring were maintained in the by-catch fisheries. As in the past, a fleet sector would be closed for a specific groundfish fishing sub-area if it exceeded its by-catch or small fish limits.

### **3. COMMERCIAL FISHERIES DATA**

#### **3.1. Age Determination**

Consistency of age determinations was verified by regular blind tests against a reference otolith collection. Tests were performed prior to the beginning of ageing and after every 1,000 – 1,500 fish had been aged. Each test consisted of readings of approximately 100 otoliths. The level of agreement with the reference collection varied between 80-88% with no bias detected. The minimum acceptable level of agreement is 75%. Based on these results, the consistency of age readings was considered to be adequate.

#### **3.2. Catch-at-age**

The calculation of the 2008 catch-at-age for sGSL cod was stratified by gear type and quarter and based on the landings from the commercial and sentinel fisheries. For the commercial landings, mobile gears were combined (trawlers and seiners) and two keys were produced, one incorporating length frequency data from the 2nd and 3rd quarters combined (Apr. – Sept.) and one for the fourth quarter of the year (Oct.-Dec.). Two separate keys were produced for the commercial fixed gear; one key for gillnet, and one for longline and handline combined length frequencies collected during the whole year. Age samples collected from all fixed and mobile gear landings were used for the fixed and mobile gear keys respectively (Table 4).

plie rouge et de limande à queue jaune. Le maillage minimal était de 140 mm pour les filets maillants.

Les protocoles relatifs aux petits poissons, les objectifs de suivi par observateur et de vérification à quai ont été maintenus pour les prises accessoires. Comme par les années précédentes, une pêche était fermée dans une sous-zone donnée dès que les limites de prises accessoires de morue ou de petits poissons étaient atteintes.

### **3. DONNEES DE LA PECHE COMMERCIALE**

#### **3.1. Détermination de l'âge**

La régularité de la détermination de l'âge a été vérifiée au moyen de lectures aveugles régulières d'une collection d'otolithes de référence. Un contrôle était effectué après la détermination de l'âge de 1 000 à 1 500 poissons. Chaque contrôle consistait de lectures sur 100 otolithes. La concordance avec la collection de référence a varié entre 80-88% et aucun biais n'a été décelé. Le niveau minimum acceptable de concordance est de 75%. Étant donné ces résultats, on a considéré que la régularité des lectures d'âge était adéquate.

#### **3.2. Prises selon l'âge**

Le calcul des prises selon l'âge pour la morue du sGSL en 2008 a été effectué par type d'engin et par trimestre et ajusté pour les débarquements des prises commerciales et des relevés de pêche sentinelle. Pour les débarquements commerciaux, tous les engins mobiles (chalutiers et senneurs) ont été combinés et deux clés ont été construites : une pour le 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> trimestre (avr.-sept.) et l'autre pour le 4<sup>e</sup> trimestre (oct.-déc.). Deux clés ont été construites pour les engins fixes : une pour les filets maillants, une pour les palangres et les lignes à main combinées, utilisant tous les échantillons pour l'année. Les lectures d'âges des prises d'engins mobiles et fixes ont été combinés afin d'augmenter les effectifs dans ces clés d'âge-longueur (Tableau 4).

The calculation of the catch-at-age in the sentinel surveys used only samples collected by observers on the sentinel fishing trips. All of the 2008 sentinel catches were sampled on board the vessels. Two separate age-length keys were calculated, one using age and length samples from the mobile gear survey (OTB August) and one from the fixed gear survey (LLS, July to Nov.) (Table 4).

The catch-at-age for the unsampled catch was calculated by prorating the catch-at-age by the ratio of total to sampled commercial landings. A summary of the samples and catches for each gear and period combination used in the calculation of the 2008 catch-at-age is given in Table 4.

The length (cm) - weight (g) relationship from the 2008 annual (September) research vessel survey was used to calculate the mean weights-at-age:

$$W = 0.00418 L^{3.1962}$$

The numbers landed, mean weights-at-age and mean lengths-at-age for each age-length key are given in Tables 5 to 7. The total number of age 3+ cod removed in 2008 was estimated at 1,282,579 (Tables 5, 8). The modal age in the 2008 landings was age 7 (the 2001 year-class) with large numbers of ages 6 and 8 also caught.

The commercial fishery weights-at-age have increased marginally since the early 1990s mainly due to the fixed gears taking a larger portion of the landings than before the moratorium (fixed gears tend to catch larger fish at age) (Table 9; Figure 19). As well, there have been increases in the regulated mesh sizes for mobile gears. However, the commercial fishery weights-at-age declined in recent years, and the 2008 weights for ages 5 to 10 remained lower than those in the early 2000s and are

Le calcul des prises selon l'âge dans les relevés sentinelles a été fait à partir des données des observateurs sur les navires. Tous les débarquements de la pêche sentinelle de 2008 ont été échantillonnés à bord des bateaux. Deux clés d'âge-longueurs ont été calculées, une pour les engins mobiles (chaluts en août) et une pour les engins fixes (palangriers, juillet à novembre) (Tableau 4).

Les prises selon l'âge non échantillonnées ont été calculées par répartition des prises selon l'âge au *prorata* des débarquements totaux divisés par les débarquements commerciaux échantillonnés. Un sommaire des échantillons utilisés et des débarquements pour chaque catégorie d'engins et période pour le calcul des prises selon l'âge en 2008 est donné au Tableau 4.

La relation longueur (cm) - poids (g) issue du relevé annuel de septembre 2008 effectué à bord du navire de recherche, a été utilisée pour calculer les poids moyens selon l'âge :

$$P = 0,00418 L^{3,1962}$$

Les quantités débarquées, les poids moyens selon l'âge et les longueurs moyennes selon l'âge, pour chaque clé âge-longueur, sont présentés aux Tableaux 5 à 7. Le nombre total de morues de 3 ans et plus prélevées en 2008 était estimé à 1 282 579 (Tableaux 5, 8). L'âge modal des débarquements de 2008 était de 7 ans (classe d'âge de 2001); toutefois, de grandes quantités de morues de 6 et 8 ans ont également été capturées.

Les poids selon l'âge de la pêche commerciale ont augmenté légèrement depuis le début des années 1990 en raison, en partie, de la plus grande proportion des prises provenant des engins fixes qu'avant le moratoire (les engins fixes ont tendance à capturer les plus gros poissons selon l'âge) (Tableau 9; Figure 19). De plus, on a augmenté le maillage des engins mobiles dans les pêcheries. Par ailleurs, les poids à l'âge de la pêche commerciale ont décliné dans les années courantes et les poids des

comparable to the early 1990s values. The 2008 weights-at-age are similar to those in 2007.

### 3.3. End of season telephone survey

A telephone survey of fishers that were active in the groundfish fishery in the southern Gulf of St. Lawrence in 2008 was conducted from Dec. 17, 2008 to Feb. 12, 2009. The primary purpose of the survey was to obtain their views and opinions on the abundance of groundfish in 2008.

Interview candidates were selected from the Dec. 11, 2008 ZIF file. Three hundred and thirty-three (333) fishers were identified from N.B., N.S., P.E.I. and Quebec (Gaspé Peninsula and the Magdalen Islands). From this list, attempts were made to completely interview 200 fishers (Table 10).

One hundred and ninety-eight (198) fishers (59%) were successfully interviewed. One hundred and thirty-four (134) of these respondents (68%) indicated that they directed for cod to some extent in 2008 (i.e. cod was their first, second or third priority species when directing for groundfish), and of these, 102 fishers (76%) said that cod was their first priority.

The geographical distribution of the 102 respondents who indicated that they fished for cod 'most of the time' (first priority) in 2008 is shown in Figure 8. The majority of these respondents used fixed gears (Figure 9). There were, however, regional differences in their gear use: hook and line (longlines and handlines) were predominantly used in P.E.I., Nova Scotia and the Magdalen Islands, and gillnets were mainly used by the respondents from New Brunswick and the Gaspé Peninsula.

When asked to compare the average size of cod caught in 2008 to previous years, the majority of respondents (56%) whose first priority was cod indicated they felt that they were about the same size as in

poissons de 5 à 10 ans en 2008 étaient inférieurs à ceux des années 2000 et comparables aux valeurs du début des années 1990. En 2008, les poids selon l'âge sont comparables à ceux de 2007.

### 3.3. Sondage téléphonique de fin de saison

Du 17 décembre 2008 au 12 février 2009, on a effectué un sondage téléphonique auprès des pêcheurs qui avaient été actifs dans la pêche du poisson de fond du sGSL en 2008. Le but du sondage était d'obtenir les opinions et avis des pêcheurs au sujet de l'abondance du poisson de fond en 2007.

Les candidats pour l'interview ont été sélectionnés à partir de la filière ZIF du 11 décembre 2008. Cette liste contenait 333 pêcheurs du N.-B., de la N.-É., de l'I.-P.-E. et du Québec (Gaspésie et les Îles de la Madeleine). À partir de cette liste, on a tenté d'en interroger 200 pêcheurs (Tableau 10).

On a réussi à interroger cent quatre-vingt-dix-huit (198 – 59%) des pêcheurs de poissons de fond. Cent trente-quatre (134 – 68 %) des gens interrogés ont indiqué avoir pêché la morue dans une certaine mesure en 2008 (c'est-à-dire que la morue était leur priorité 1, 2 ou 3 dans la pêche aux poissons de fond); parmi eux, 102 (76%) ont déclaré que la morue était leur priorité 1.

La répartition géographique des 102 répondants qui ont dit avoir pêché la morue 'la plupart du temps' (priorité 1) en 2008 est illustrée à la Figure 8. La majorité de ces personnes ont utilisé des engins fixes (Figure 9). Il y avait des différences régionales dans le choix d'engin: la pêche à la ligne (palangre ou ligne à main) était prédominante à l'I.-P.-E., à Nouvelle-Écosse et aux Îles-de-la-Madeleine, et les filets maillant étaient prédominant en Gaspésie et au Nouveau-Brunswick.

Interrogés sur la taille moyenne de leurs prises de morue en 2008, comparativement aux années précédentes, 56% des répondants pour lesquels la morue était la première priorité ont affirmé que la taille de la



previous years, 23% indicated that they were smaller in size and 18% felt that they were larger. Note that three of the responses to this question (3%) were not applicable and one respondent had no opinion on this question.

The respondents who identified cod as their preferred species (i.e., first priority) were asked to compare its abundance in 2008 with its abundance in three previous time periods: in 2007, during the previous 5 year period (i.e. 2003 to 2007) and in all of their years fishing commercially for cod. The responses to these questions are summarized in Table 11 and Figure 10. The modal response was that the abundance of cod in 2008 was the same as it was in 2007 and during the previous 5-year period. Most respondents asked to compare the abundance of cod in 2008 with its abundance during all of their years fishing for it (61%) felt that the abundance was the same or lower in 2008.

A time series of the opinions on the status of southern Gulf cod was calculated, as was done in previous assessments, by assigning the following values to each opinion: -2 (Much lower), -1 (Lower), 0 (Same), 1 (Higher) and +2 (Much higher). The average response was calculated for each year (a negative value for a given year would indicate a decline in the index; a positive value would indicate an increase and a zero value would suggest no change). A cumulative index of abundance was then calculated for each year. The index was calculated in two different manners: a 'stratified' index where responses were calculated by geographic areas then averaged for the southern Gulf and an 'arithmetic' index where each response had equal weight. Indices were calculated for two time periods: 1995-2008 and 1997-2008. This was done because there was no directed fishery for cod in the first few years of the questionnaire. The first year in these time series was assigned a value of 0. Because there was no directed cod fishery in 2003, respondents to the 2004 questionnaire were asked to

morue était similaire, 18% ont indiqué qu'elle était supérieure et 23% ont rapporté une diminution de la taille. À noter que trois réponses à cette question [3%] n'étaient pas applicables et un répondant d'avait pas d'avis.

Les répondants qui ont identifié la morue comme étant leur espèce préférée (priorité 1) ont été priés de comparer l'abondance en 2008 à l'abondance de trois périodes précédentes (2007, 5 années précédentes (2003 à 2007), et toutes les années passées à pratiquer la pêche commerciale de la morue). Les réponses à ces questions sont présentées au Tableau 11 et à la Figure 10. La réponse la plus fréquente était que l'abondance de la morue en 2008 était semblable à celle de 2007 et aussi semblable à celle des 5 années précédentes. La majorité des répondants (61%) ont perçu l'abondance de la morue en 2008 comme faible ou semblable à l'abondance pendant toutes les années qu'ils ont pêché la morue.

À partir de ces données, une série temporelle des opinions sur le statut de la morue du sud du golfe a été générée en assignant des valeurs à chacune des catégories : -2 (très inférieure), -1 (inférieur), 0 (similaire), +1 (supérieur) et +2 (très supérieure). Ces valeurs sont ensuite utilisées pour calculer la réponse moyenne à chaque année. Une moyenne négative suggère donc un déclin de l'indice, une moyenne positive suggère une augmentation et une moyenne nulle ne suggère aucun changement. Un indice cumulatif a été calculé selon deux méthodes. Une réponse annuelle <<stratifiée>> a été dérivée en calculant la réponse moyenne par zone géographique puis en faisant la moyenne globale pour toutes les zones du sud du golfe. Un indice <<arithmétique>> a été dérivé en faisant la moyenne de toutes les réponses. Des indices ont été calculés pour deux périodes : 1995-2008 et 1997-2008. On a fait ces calculs parce qu'il n'y avait pas de pêche dirigée à la morue au cours des premières années du sondage. La valeur de zéro a été assignée à la première année de ces séries. Puisqu'il n'y a pas eu de pêche dirigée à la morue en 2003, les répondants au

rate the abundance of cod in 2004 relative to 2002 (whereas, in all other questionnaires this question was always relative to the previous year). Because the question specifically referred to changes in abundance over the two year period, the mean opinion for 2004 was added to the cumulative opinion up to 2002 to obtain the cumulative index for the most recent year. The arithmetic and stratified calculations produced nearly identical results (Figure 11).

The slope of the increase in the perception of fishers was highest in the earlier years but has generally declined since 2000 (Figure 11). Over the years 2005-2006, the slope was negative for the first time in the series, indicating that on average fishers felt that cod abundance had declined since the last questionnaire was done. From 2006 to 2008, there is virtually no difference in the index, indicating a perception that there has been no change in cod abundance.

Since 2004, the respondents to this questionnaire have been asked for their opinion on the overall (absolute) abundance of cod, if they fished for this species as either their first or second priority. In 2008, 54% of the respondents felt that abundance levels were average and 27% thought that they were low (Figure 12a). An index was calculated for each year as the average of the responses (1= very low to 5= very high). In 2004, this index indicates that most of the respondents (including first and second priority) felt that the abundance level of cod was slightly above average (Figure 12b). This index declined from 2004 to 2006. In 2007 and 2008 the index rose slightly but remains below average (value of 3).

#### **4. ABUNDANCE INDICATORS**

##### **4.1. DFO September trawl survey**

A stratified-random trawl survey of the southern Gulf of St. Lawrence has been

sondage de 2004 furent priés de comparer l'abondance de la morue en 2004 à l'abondance en 2002 (on demandait normalement de comparer l'abondance à celle de l'année précédente). Puisque la question comprenait spécifiquement les changements de l'abondance sur deux ans, l'opinion moyenne en 2004 a été ajoutée à l'indice cumulatif de 2002 afin d'obtenir l'indice cumulatif de 2004. Les calculs de l'indice arithmétique et de l'indice stratifié ont produit des résultats presque identiques (Figure 11).

La pente de l'index d'opinions était nettement positive au début de la série mais tend à se rapprocher de zéro depuis 2000 (Figure 11). Durant les années 2005-2006, la pente était négative pour la première fois dans la série, indiquant qu'en moyenne les pêcheurs ont indiqué que l'abondance de morue avait diminué depuis le dernier questionnaire. De 2006 à 2008, l'indice demeure inchangé, ce qui indique que l'on perçoit l'abondance de la morue étant au même niveau.

De nouvelles questions ont été ajoutées en 2004 afin d'interroger les pêcheurs sur leur opinion de l'abondance globale (absolue) de la morue, si cette espèce était leur priorité 1 ou 2. En 2008, 54% des répondants croyaient que le niveau de l'abondance courante était moyen, tandis que 27% croyaient que le niveau de l'abondance courante était faible (Figure 12a). Un indice a été calculé en faisant la moyenne des réponses (1 = très bas à 5= très élevée). En 2004, cet indice indique que la majorité des répondants croyaient que l'abondance courante de la morue était à un niveau au dessus de la moyenne (Figure 12 b). Cet indice a par la suite décliné jusqu'en 2006. En 2007 et en 2008, l'indice était légèrement supérieur mais demeure inférieur à l'abondance moyenne (valeur de 3).

#### **4. INDICES DE L'ABONDANCE**

##### **4.1. Relevé au chalut du MPO Septembre**

On effectue en septembre de chaque année depuis 1971 un relevé stratifié aléatoire au

conducted annually in September since 1971. Fishing was by the *E.E. Prince* using a Yankee 36 trawl from 1971 to 1985, by the *Lady Hammond* using a Western IIA trawl from 1985 to 1991, by the CCGS *Alfred Needler* using a Western IIA trawl from 1992 to 2005 (except 2003), and by the CCGS *Teleost* using a Western IIA trawl since 2004. When gear and/or vessels were changed, comparative fishing experiments were conducted and conversion factors have been applied where necessary (Nielsen 1989, 1994; Swain et al. 1995; Benoît 2006) to maintain the consistency of the time series.

In 2003, the regular survey vessel, the CCGS *Alfred Needler*, was disabled by a fire and the survey was conducted by the CCGS *Wilfred Templeman*. However, the start of the survey was delayed, and only 83 fishing stations were surveyed. Three strata (402, 425 and 436 – see Figure 13) were sampled with only one fishing set and two strata (438 and 439) were missed altogether. Estimates for the missed strata were obtained using a general linear model (Chouinard et al. 2005a). Despite the correction for missed strata, numbers per tow for 2003 (Table 12, Figure 14) were the lowest in the time-series. Because of the difficulties with the survey, the index for 2003 is considered anomalous.

In 2004 and 2005, the survey was conducted by two vessels, the CCGS *Teleost* and CCGS *Alfred Needler*, both using the Western IIA trawl. During both surveys, comparative fishing experiments were conducted, with the two vessels trawling side-by-side. These experiments showed no significant difference in the catchability of cod between the two vessels (Benoît 2006). Stratified abundance estimates for cod for 2004 and 2005 were calculated by averaging catches of the two vessels that occurred at the same location.

The 2008 survey was conducted from

chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent. De 1971 à 1985, le relevé était effectué par le navire *E.E. Prince* à l'aide d'un chalut Yankee 36, par le *Lady Hammond* de 1985 à 1991, au moyen d'un chalut Western IIA, et par le NGCC *Alfred Needler* de 1992 à 2005 (sauf 2003), au moyen d'un chalut Western IIA, et enfin par le NGCC *Teleost*, depuis 2004, à l'aide d'un chalut Western IIA. Lorsque le type d'engin de pêche et/ou le navire ont été changés, des expériences de pêche comparative ont été effectuées et des facteurs de conversion ont été appliqués au besoin (Nielsen 1989, 1994; Swain et al. 1995; Benoît, 2006) afin de maintenir la comparabilité de la série chronologique.

En 2003, un incendie a endommagé le navire de recherche NGCC *Alfred Needler* et le relevé a été effectué à bord du NGCC *Wilfred Templeman*. Cependant, le début du relevé a été retardé et seulement 83 stations de pêche ont pu être réalisées. Trois strates (401, 425 et 436 – voir la Figure 13) ont été échantillonnées par un seul trait et deux strates (438 et 439) n'ont fait l'objet d'aucun trait. On a estimé l'abondance dans les strates manquantes à l'aide d'un modèle linéaire généralisé (Chouinard et al., 2005a). Cependant, même avec la correction pour les strates manquantes, le nombre de morues capturées par trait en 2003 était le plus faible de la série chronologique (Tableau 12, Figure 14). À cause de ces difficultés dans le relevé, l'indice de 2003 est considéré anormal.

En 2004 et en 2005, les relevés ont été faits par le NGCC *Alfred Needler* et le NGCC *Teleost*, tous les deux à l'aide du chalut Western IIA. Pendant les deux relevés, on a procédé à une expérience de pêche comparative, les deux navires chalutant côte à côte. Ces expériences n'ont indiqué aucune différence importante dans le potentiel de capture de la morue entre les deux navires (Benoît, 2006). Les estimations stratifiées de l'abondance de la morue pour 2004 et 2005 ont été calculées en faisant la moyenne des prises des deux navires effectuées au même site de pêche.

Le relevé de 2008 a eu lieu du 28 août au

August 28 to September 22, and completed 189 valid tows. The mean catch rate of cod was 34.0 fish/tow or 26 kg/tow, about the same as the catch rate in the 2007 survey (Table 12; Figure 14). These catch rates indicate that the abundance and biomass of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock remain very low compared to the abundance observed in the late 1970s and during the 1980s.

The geographic distribution of cod in the 2008 survey was generally consistent with that observed in recent years (Figure 15). Cod densities were highest in the Shediac Valley off Miscou Island, north of P.E.I. and off north-western Cape Breton. In contrast to recent years relatively large catches were also made along the edge of the Laurentian Channel in stratum 426. However, cod catches remained very low (mostly zero) in the deepest strata along the offshore margin of the survey in the Laurentian Channel. Relatively few cod were caught in Chaleur Bay (strata 418-419), along the Gaspé coast or on Bradelle Bank (stratum 423). Cod are almost absent from the waters off eastern P.E.I., St. Georges Bay and the Northumberland Strait.

Most of the cod caught in the 2008 survey were between 33 and 55 cm in length. The mode occurred at about 46 – 49 cm, consisting largely of cod 6 to 8 years old (the 2000 to 2002 year-classes, Figure 16). These year-classes were also abundant in the 2006 and 2007 surveys. The proportion of cod larger than the minimum size of 43 cm was very low in 2005 but has increased since then with the recruitment of these year-classes to commercial sizes. The length frequencies of the 2005 to 2007 surveys indicate that the 2003 year-class is very weak. Length frequencies in the 2007 and 2008 surveys indicate that the 2005 year-class is also weak.

22 septembre, et il a donné 189 traits valides. Le taux de capture moyen de la morue était de 34,0 poissons par trait ou de 26 kg par trait, environ le même que le taux de capture dans le relevé de 2007 (Tableau 12, Figure 14). Ces taux de capture indiquent que l'abondance et la biomasse du stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent demeurent très faibles en comparaison aux niveaux observés à la fin des années 1970 et durant les années 1980.

En 2008, la répartition géographique de la morue était généralement similaire à celle des dernières années (Figure 15). Les plus fortes densités de la morue ont été observées dans la vallée de Shediac, au large de l'île Miscou, au nord de l'Î.-P.-É. et au large de la côte nord-ouest du Cap-Breton. Contrairement aux dernières années, on a également obtenu des prises assez importantes le long du bord du chenal Laurentien, dans la strate 426. Cependant, les prises de morue sont demeurées extrêmement faibles (presque toujours zéro) dans la strate la plus profonde longeant la marge hauturière du relevé dans le chenal Laurentien. Relativement peu de morues ont été prises dans la baie des Chaleurs (strates 418 et 419), le long de la côte gaspésienne ou sur le banc Bradelle (strate 423). La morue est pratiquement absente des eaux au large de la côte est de l'Î.-P.-É., de la baie St. Georges et du détroit de Northumberland.

La plupart des morues capturées dans le relevé de 2008 mesurait entre 33 et 55 cm de longueur. Le mode s'est retrouvé entre 46 et 49 cm, correspondant principalement à des morues d'âge 6 à 8 (classes d'âges de 2000 à 2002 – Figure 16). Ces classes étaient aussi importantes dans les relevés de 2006 et de 2007. La proportion de morues plus grandes que la taille minimale de 43 cm était très faible en 2005 mais a augmenté depuis avec le recrutement de ces classes aux tailles commerciales. Les fréquences des longueurs obtenues dans les relevés de 2005 à 2007 indiquent que la classe de 2003 est très faible. Les fréquences des longueurs obtenues des relevés de 2007 et de 2008 indiquent que l'abondance de la classe de 2005 est



également faible.

The 2001 year-class (age 7 in 2008) continued to be the most abundant year-class in the survey catch, accounting for 21% of the abundance index in 2008 (Table 12, Figure 17). Ages 5 and 8 were also well represented in the age composition. There were few old fish (>9 years); their abundance was similar to that observed in 1993 when the fishery was closed. The abundance index for age 5 in 2008 (the 2003 year-class) remains near the lowest in the time series, confirming indications from recent assessments (Chouinard et al. 2006; Swain et al. 2007a; Chouinard et al. 2008) that the 2003 year-class is very weak. The abundance index for age 4 in 2008 (the 2004 year-class) is the lowest in the time series.

Condition (as measured by the weight at 45 cm in September) has fluctuated around the long term average since the late 1980s (Figure 18). Recent values (2006-2008) have been slightly below the average. Weight and length-at-age declined sharply in the late 1970s and early 1980s; the values in 2008 remained well below those observed in the 1960s and 1970s (Tables 13 and 14; Figure 19).

#### 4.2. Sentinel surveys

Sentinel surveys consist of limited removals from the stock following a scientific protocol established in consultation with the industry. The objective of the program is to provide additional abundance indices for stocks where the fisheries are limited or under moratorium such as the southern Gulf of St. Lawrence cod and white hake stocks (4T). The sentinel longline program has existed since 1995. On each fishing trip, at-sea observers collect detailed information on the fishing activity, catch composition, length frequency, as well as material for age determination. Since their inception, all sentinel surveys have been conducted

La classe de 2001 (âge 7 en 2008) est demeurée la classe la plus abondante dans les prises du relevé et comptait pour près de 21 % de l'indice d'abondance de 2008 (Tableau 12, Figure 17). Les poissons d'âge 5 et 8 étaient aussi importants en nombre. Il y avait peu de vieux poissons (>9 ans); leur abondance était similaire à celle de 1993 lorsqu'il y a eu moratoire. L'indice d'abondance pour les poissons d'âge 5 en 2008 (classe de 2003) était parmi les plus faibles de la série chronologique, confirmant les indications des évaluations récentes (Chouinard et al., 2006; Swain et al., 2007; Chouinard et al., 2008) que la classe de 2003 est très faible. L'indice d'abondance des poissons d'âge 4 en 2008 (la classe de 2004) est le plus faible de la série chronologique.

L'état de la morue (mesurée par le poids à 45 cm, en septembre) fluctue autour de la moyenne à long terme depuis la fin des années 1980 (Figure 18). Les valeurs récentes (de 2006 à 2008) sont légèrement inférieures à la moyenne. Le poids et la longueur selon l'âge ont chuté fortement à la fin des années 1970 et au début des années 1980, et les valeurs pour 2008 sont demeurées bien en-deçà des valeurs observées dans les années 1960 et 1970 (Tableaux 13 et 14, Figure 19).

#### 4.2. Relevés sentinelles

Les relevés de pêche sentinelle sont des prélèvements limités sur les stocks, suivant un protocole scientifique établi de concert avec l'industrie. L'objectif du programme est d'obtenir des indices additionnels de l'abondance des stocks quand la pêche commerciale est restreinte ou quand des stocks sont sous moratoire, notamment la morue du sGSL et la merluche blanche de 4T. Le programme de pêche sentinelle à la palangre existe depuis 1995. À chaque sortie de pêche, des informations détaillées sont recueillies par les observateurs en mer concernant l'activité de pêche comme telle, la composition des prises et la fréquence des longueurs des poissons. Du matériel pour la

using fishing vessels on historically harvested fishing grounds. A detailed description of the protocols and the results of the surveys from 1994-1998 are summarized in Chouinard et al. (1999).

Following a review in 2001-2002, the sentinel survey program was modified in 2003. The sentinel longline program was continued. All of the mobile gear projects, which involved fishing in traditional fishing areas identified by fishermen, were replaced with a stratified random survey of the southern Gulf in August conducted by commercial fishing vessels using a standardized trawl.

#### **4.2.1. August sentinel trawl survey**

The sixth sentinel mobile gear survey was conducted from August 6 – 23, 2008. Four otter trawl vessels participated in the survey and completed 226 valid fishing sets throughout NAFO Division 4T. Data collection was conducted by at-sea observers. Results of the first four August surveys (2003, 2004, 2005 and 2006) were presented in Poirier and Currie (2004, 2005, 2006 and 2007, respectively).

Only one vessel (cfvn 151347) has participated in all six August surveys. One of the four original vessels was replaced in each of the years 2004 (11873 replaced by 17790), 2006 (17354 replaced by 11870) and 2007 (5688 replaced by 151347).

Each year, the entire catch rate time series (both number and weight per tow) is analysed to test for differences in fishing efficiency between vessels. The analysis uses generalized linear models assuming a Poisson error distribution with

détermination de l'âge est aussi recueilli systématiquement. Depuis leurs débuts, les relevés de pêche sentinelle sont effectués à partir de bateaux de pêche commerciale, sur des fonds traditionnels de pêche au poisson de fond. Une description détaillée des protocoles et des résultats des relevés de 1994 à 1998 est présentée dans Chouinard et al. (1999).

À la suite d'un examen du programme en 2001-2002, le programme de relevé de pêche sentinelle a été modifié en 2003. Le programme de pêche sentinelle à la palangre a été maintenu. Tous les relevés de pêche sentinelle par engins mobiles, où les pêcheurs faisaient des activités de pêche dans des zones traditionnelles, ont été remplacés par un relevé aléatoire stratifié dans le sud du golfe en août. Ce relevé est effectué par des bateaux de pêche commerciale utilisant un chalut normalisé.

#### **4.2.1. Relevé de pêche sentinelle au chalut du mois d'août**

Le sixième relevé de pêche sentinelle au chalut a été effectué du 6 au 23 août 2008. Quatre chalutiers à panneaux y ont participé et ont effectué un total de 226 traits valides d'une extrémité à l'autre de la division 4T de l'OPANO. La collecte des données a été effectuée par des observateurs en mer. Les résultats des quatre premiers relevés du mois d'août (2003, 2004, 2005 et 2006) ont été présentés dans Poirier et Currie (2004, 2005, 2006 et 2007, respectivement).

Un seul bateau (NBPC 151347) a participé aux six relevés du mois d'août. Un des quatre bateaux initiaux a été remplacé à chacune des années : en 2004, le 11873 étant remplacé par le 17790; en 2006, le 17354 étant remplacé par le 11870 et en 2007, le 5688 a été remplacé par le 151347.

Chaque année, toute la série chronologique des taux de capture (le nombre par trait et le poids par trait) est analysée afin de vérifier les différences dans l'efficacité de pêche entre les bateaux. L'analyse fait appel à des modèles linéaires généralisés avec erreur de Poisson

overdispersion. Analyses are conducted using the GENMOD procedure of SAS (SAS Institute Inc., 1989). Explanatory variables in the model are year, stratum and vessel (see Poirier and Currie 2007 for further details). The model is of the form:

$$E(Y_{ijkl}) = \mu_{ijkl} = \exp(\beta_0 + \beta_{1i} + \beta_{2j} + \beta_{3k})$$

$$\text{Var}(Y_{ijkl}) = \Phi \mu_{ijkl}$$

where

$Y_{ijkl}$  = catch of tow  $l$  in year  $i$  and stratum  $j$  by vessel  $k$

$\beta_0$  = intercept parameter

$\beta_1$  = vector of year effect parameters

$\beta_2$  = vector of stratum effect parameters

$\beta_3$  = vector of vessel effect parameters

$\Phi$  is a parameter for extra Poisson variation.

et permettant la surdispersion (procédure GENMOD; SAS Institute Inc. 1989). Les variables explicatives dans le modèle sont l'année, la strate et le bateau (voir Poirier et Currie, 2007 pour obtenir plus de détails). Le modèle était de la forme suivante :

où

$Y_{ijkl}$  = prises pour le trait  $l$  dans l'année  $i$  et la strate  $j$  par le bateau  $k$

$\beta_0$  = paramètre d'interception

$\beta_1$  = vecteur des paramètres de l'effet de l'année

$\beta_2$  = vecteur des paramètres de l'effet de la strate

$\beta_3$  = vecteur des paramètres de l'effet du bateau

$\Phi$  est un paramètre tenant compte de la variation non représentée par la loi de Poisson.

Previous studies have indicated that standard significance tests for Poisson regression may be too liberal when applied to catch rate data (Casey and Myers 1998; Benoît and Swain 2003). Thus, randomisation tests were conducted to verify significance of vessel effects. For each iteration of a randomisation trial, catches were assigned randomly to one of the vessels fishing in the stratum in which that catch was made. A thousand iterations were conducted to assess the significance of vessel effects.

Two tows with very high cod catches (set 880 in 2004 and set 392 in 2008) were omitted from the analysis to estimate vessel effects (but are retained in the calculation of abundance indices). The vessel effect was highly significant based on analysis of deviance (Table 15a). The randomisation test confirmed the statistical significance of this effect ( $P=0.002$ ). Based on analysis of deviance, the fishing efficiencies of vessels 11870 and 17354 were greater than that of the reference vessel, while the efficiencies of vessels

Des études antérieures ont indiqué que des tests de signification normaux pour les régressions de Poisson peuvent être trop généreux quand ils sont appliqués aux données sur les taux de capture (Casey et Myers 1998; Benoît et Swain 2003). Ainsi, des tests de randomisation ont été effectués pour vérifier la signification des effets des bateaux. À chaque répétition d'un test de randomisation, les prises étaient attribuées aléatoirement à un bateau ayant pêché dans la strate où la prise a été faite. Mille itérations ont été effectuées pour déterminer s'il existe des effets dus aux bateaux.

Deux traits ayant donné des prises de morue très importantes (trait 880 en 2004 et trait 392 en 2008) ont été omis de l'analyse afin d'évaluer l'effet des bateaux (mais on les garde dans le calcul des indices d'abondance). L'effet des bateaux était extrêmement important compte tenu de l'analyse des écarts (Tableau 15a). Le test de randomisation a confirmé l'importance statistique de cet effet ( $P = 0,002$ ). D'après l'analyse de l'écart, l'efficacité de pêche des bateaux 11870 et 17354 était supérieure à celle du bateau de référence tandis que celle des bateaux 5688

5688 and 64796 were less than that of the reference vessel (Table 15b, Figure 20). On the other hand, efficiency did not differ significantly between vessels 11870 and 17354, nor between vessels 5688 and 64796 (Table 15c).

Vessels whose efficiency did not differ significantly were combined and conversion factors were estimated using the model above. The efficiency of vessels 11870 and 17354 was estimated to be 1.48 times that of vessels 11873, 17790 and 151347 in terms of weight caught, and 1.43 times as efficient in terms of numbers caught. Vessels 5688 and 64796 were estimated to be 0.59 times as efficient as vessels 11873, 17790 and 151347 in terms of weight caught, and 0.53 times as efficient in terms of numbers caught.

Previous pairwise comparisons of the length frequencies of cod showed no differences in the size range and no consistent differences in size distribution of fish caught by the various vessels (Poirier and Currie 2005). No tests for length-dependent vessel effects were made here and length frequencies from individual vessels were combined as in the past.

Mean numbers per tow in the August sentinel survey were similar in 2003 and 2004 but showed a marked decrease in 2005, with a further decline in 2006. The mean number per tow increased slightly in 2007 but remains much lower than in 2003 and 2004 (Figure 21, Table 16). The mean number per tow in 2008 was similar to the 2007 value. Mean weight per tow decreased steadily from 2003 to 2006 but increased in 2007 and again in 2008 (Figure 21). The mean weight per tow in 2008 remains below the 2003 and 2004 values.

The slight increase in the sentinel survey biomass index in 2008 was entirely due to

et 64796 était inférieure à celle du bateau de référence (Tableau 15b, Figure 20). Par ailleurs, il n'y avait pas beaucoup de différence dans l'efficacité de pêche entre les bateaux 11870 et 17354, ni entre les bateaux 5688 et 64796 (Tableau 15c).

Les bateaux à efficacité semblable ont été regroupés et des facteurs de conversion ont été estimés avec le modèle ci-dessus. On a estimé que l'efficacité des bateaux 11870 et 17354 était 1,48 fois celle des bateaux 11873, 17790 et 151347 en ce qui concerne le poids des prises, et de 1,43 fois l'efficacité en termes de nombre de poissons capturés. Les bateaux 5688 et 64796 ont été jugés être 0,59 fois l'efficacité des bateaux 11873, 17790 et 151347 en termes du poids des prises, et de 0,53 fois aussi efficace en termes de nombre d'individus par trait.

Les comparaisons par paires des fréquences des longueurs de la morue, faites antérieurement, ne révèlent aucune différence dans les fourchettes de tailles ni dans la distribution selon la taille des poissons capturés par les différents bateaux (Poirier et Currie, 2005). Aucun test de dépendance de la longueur aux effets des bateaux n'a été effectué ici et les fréquences des longueurs obtenues des différents bateaux ont été combinées comme dans le passé.

Les nombres moyens de morues capturées par trait lors du relevé par pêche sentinelle du mois d'août étaient similaires en 2003 et 2004 et ont chuté de façon importante en 2005 et en 2006. Les nombres moyens par trait ont augmenté légèrement en 2007 mais demeurent bien en deçà des niveaux observés en 2003 et 2004 (Figure 21, Tableau 16). La moyenne du nombre par trait en 2008 était semblable à la valeur pour 2007. Les poids moyen par trait ont diminué de façon constante de 2003 à 2006, mais ils ont augmenté en 2007, puis en 2008 (Figure 21). La moyenne du poids par trait en 2008 demeure inférieure aux valeurs de 2003 et de 2004.

La légère hausse dans l'indice de biomasse du relevé de pêche sentinelle en 2008 était



one tow (set 392). This tow accounted for 41% of the weight of cod caught in the entire survey. Omitting this tow, the biomass index declined in 2008 to a value near the survey minimum in 2006 (Figure 21). The catch of this tow was composed of large fish and its influence on the overall (0+) abundance index was smaller (Figure 21), accounting for only 15% of the number of cod caught during the survey.

The geographic distribution of cod catches in the 2008 survey was generally similar to that observed in earlier surveys (Figure 22), with the highest catches in the Shediac Valley area, near Orphan Bank, and in the waters to the northwest of Cape Breton. The very large catch (set 392) occurred in the Cape Breton Trough. Areas of relatively high cod density have been more restricted in the surveys since 2005 compared to the 2003 and 2004 surveys. In 2008, like in earlier years, cod distribution was generally similar between the August sentinel and the September RV surveys (Figures 15 and 22). There are some indications of the beginning of the cod migration as cod tend to be found further to the south and east during September.

Length frequencies in the 2003 and 2004 surveys had a sharp peak at 22 cm, reflecting the relatively strong 2001 and 2002 year-classes (Figure 23). Very few cod were caught at this size in the 2005 survey, reflecting the very weak 2003 year-class. Relatively low catch rates at this size in 2007 suggest that the 2005 year-class is also weak. Cod catches in the 2008 survey were fairly evenly distributed over the 21-50 cm length range, with a mode in the 36-41 cm length range. Catch rates of cod over 50 cm were considerably lower in the 2005 – 2007 surveys than in the 2003 and 2004 surveys. The catch rate at these sizes increased somewhat in the 2008 survey, but this increase was entirely due to set 392 (Figure 23).

entièrement due à un seul trait (392). Ce trait représentait 41 % du poids de la morue capturée dans tout le relevé. Si l'on supprime ce trait, l'indice de biomasse a chuté en 2008 pour atteindre presque la valeur minimale de 2006 (Figure 21). Les prises de ce trait étaient composées de grands poissons et son incidence sur l'indice d'abondance globale (0+) était plus petit (Figure 21), représentant seulement 15 % du nombre de morues capturées durant le relevé.

La distribution géographique des prises de morue dans le relevé de 2008 était passablement la même que celle observée dans le cadre de relevés antérieurs (Figure 22). Les prises les plus importantes ont été notées dans la vallée de Shediac, près du banc des Orphelins et au nord-ouest du Cap-Breton. Une prise importante (trait 392) a eu lieu dans la dépression du Cap-Breton. Les zones de densité de morue relativement forte étaient plus restreintes dans les relevés depuis 2005, comparativement à ceux de 2003 et de 2004. En 2008, comme dans les années antérieures, la distribution de la morue dans le relevé de pêche sentinelle était semblable à celle du relevé scientifique de septembre (Figures 15 et 22). On voit que les prises ont tendance à être plus au sud et à l'est lors du relevé de septembre, ce qui indique que la migration de la morue est amorcée.

Les fréquences de longueurs des prises dans le cadre des relevés de 2003 et de 2004 ont connu une forte pointe, à 22 cm, indiquant les classes relativement fortes de 2001 et de 2002 (Figure 23). Très peu de morues ont été capturées à cette taille dans le relevé de 2005, ce qui témoigne de la très faible classe de 2003. Les taux de capture relativement faibles des individus de cette taille, en 2007, laissent à penser que la classe de 2005 est également faible. Les prises de morue du relevé de 2008 étaient réparties de façon assez uniforme sur la fourchette de longueurs des 21 à 50 cm, le mode se situant entre 36 et 41 cm. Les taux de capture de morue de plus de 50 cm étaient beaucoup plus faibles lors des relevés de 2005 à 2007 que pendant les relevés de 2003 et 2004. Le taux de capture

d'individus de ces tailles a légèrement augmenté en 2008, mais cette hausse était entièrement attribuable au trait 392 (Figure 23).

Cod length frequency distributions have generally compared well between the August sentinel and September RV surveys (Figure 24). Very small cod (<10 cm) are not caught in the sentinel survey but are caught in the RV survey, consistent with the finer mesh liner in the trawl codend in the RV survey. Other slight differences between the length distributions in the two surveys are consistent with growth from August to September. The length distributions in the 2008 surveys were an exception. In 2008, the proportion of cod under 40 cm was higher in the sentinel catches while the RV survey caught a higher proportion of large cod.

En général, la distribution des fréquences de longueur de la morue se compare bien entre le relevé de pêche sentinelle d'août et le relevé par RV de septembre (Figure 24). Les très petites morues (< 10 cm) ne sont pas capturées dans le relevé de pêche sentinelle mais elles le sont dans le relevé scientifique. Cela est dû à la présence d'une doublure plus fine dans le cul de chalut utilisé pour le relevé scientifique. D'autres légères différences entre les distributions de longueurs d'un relevé à l'autre s'expliquent par le fait que la morue a grossi entre le mois d'août et le mois de septembre. Cela dit, les distributions des longueurs dans les relevés de 2008 sont une exception. En 2008, la proportion de morues inférieures à 40 cm était plus grande dans les prises du relevé de pêche sentinelle tandis que le relevé scientifique a donné une plus forte proportion de grandes morues.

Set 392 has a large influence on the abundance index for older fish (ages 8 yr and older) in 2008 (Table 16). For these older ages, mean catch rates including this tow are 1.5 to 5 times greater than the catch rates excluding this tow. At these older ages, the ability of this survey to track year-classes of cod is very good excluding this tow but much poorer including it (Table 17).

Le trait 392 a une forte incidence sur l'indice d'abondance pour les poissons plus âgés (âge 8 ou plus) en 2008 (Tableau 16). Pour ces groupes plus âgés, lorsque l'on inclut le trait 392 dans le calcul du taux de capture, on obtient un taux de 1,5 à 5 fois plus grand que lorsqu'on exclut ce trait. La capacité du relevé de suivre les classes d'âge plus avancées de morue est très bonne si le trait 392 est exclu, mais elle devient beaucoup plus faible si on inclut ce trait. (Tableau 17).

#### **4.2.2 Sentinel longline index**

A total of 17 longline vessels participated in the 2008 sentinel fixed gear survey. Thirty-eight sites were fished off the coasts of the Gaspé Peninsula, New Brunswick, P.E.I., Cape Breton and the Magdalen Islands. Fishing began as early as mid-July on the Magdalen Islands and was completed by the end of October at the Cape Breton sites.

#### **4.2.2. Relevé de pêche sentinelle à la palangre**

Au total, 17 palangriers ont participé au relevé de pêche sentinelle à engins fixes en 2008. On a pêché à 38 sites près des côtes de la Gaspésie, du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard, du Cap-Breton et des Îles de la Madeleine. La pêche a commencé à la mi-juillet aux Îles de la Madeleine et s'est terminée à la fin octobre aux sites du Cap-Breton.

#### **Non-standardized sentinel longline survey**

Les taux de capture non normalisés du relevé

catch rates by province are presented in Figure 25. The highest catch rates were made off northern New Brunswick (Miscou Bank, July to September), the northern coast of PEI (September and October) and western Cape Breton (August to October) (Figure 26).

Catch rates in the sentinel longline survey were analysed using a multiplicative analysis (Robson 1966; Gavaris 1980) with the SAS GLM procedure (SAS Institute Inc. 1989) to obtain a standardized index of catch rates for this gear. The approach was similar to the one used in previous assessments (see Chouinard et al. 2003b).

Observations of catch and effort for each individual site were aggregated on a monthly basis to partly remove the variability associated with individual fishing days, yet allowing for seasonal trends in catch per unit of effort (CPUE). Data cells (i.e. monthly aggregates) where catch was 0 or effort was less than 1,250 hooks were eliminated from the analysis. The data sets were then examined for the number of missing cells and categories with many missing cells were removed from the analysis. Sites that have been fished in at least 4 years were included in the analysis. The sentinel longline index includes 44 sites from various areas in the southern Gulf.

Models that included interaction terms (year\*site, year\*month, month\*site) were examined. Interactions were statistically significant but their effects were small relative to the main effects of year, month and site. Thus, as in previous assessments, these interactions were not included in the final model.

de pêche sentinelle à la palangre sont présentés à la Figure 25 par province. Les taux les plus élevés ont été effectués au large de la côte nord du Nouveau-Brunswick (banc Miscou, juillet à septembre), au large de la côte nord de l'Î.-P.-E. (septembre et octobre) et au large de la côte ouest du Cap-Breton (août à octobre) (Figure 26).

Les taux de capture des relevés de pêche sentinelle à la palangre ont fait l'objet d'une analyse multiplicative (Robson 1966; Gavaris 1980), selon la procédure SAS GLM (SAS Institute Inc. 1989), afin d'obtenir un indice normalisé des taux de capture de cet engin. La méthode était similaire à celle employée au cours des années précédentes (Chouinard et al., 2003b).

Les observations des prises et de l'effort de pêche, pour chaque site, ont été regroupées par mois, dans le but de retirer une partie de la variabilité liée aux jours de pêche, tout en laissant percer les tendances saisonnières des prises par unité d'effort (PUE). Les cellules de données (c.-à-d. les sommes mensuelles) où les prises étaient égales à 0 et où l'effort était inférieur à 1250 hameçons ont été éliminées de l'analyse. Les séries de données ont ensuite été étudiées pour relever le nombre de cellules manquantes; les catégories comportant de nombreuses cellules manquantes ont été retirées de l'analyse. De plus, seuls les sites de pêche ayant été exploités pendant au moins quatre années ont été dans l'analyse. L'indice du relevé de pêche sentinelle à la palangre compte 44 sites de plusieurs zones du sud du golfe.

Des modèles qui incluaient les termes d'interaction (année\*site, année\*mois, mois\*site) ont été examinés. Les interactions étaient statistiquement significatives mais leurs effets étaient modestes relativement aux effets principaux de l'année, du mois et du site. Ainsi, comme dans les évaluations précédentes, ces interactions n'ont pas été incluses dans le modèle final.

The final model was as follows:

Le modèle final employé était de la forme :

$$\ln A_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 I + \beta_2 J + \beta_3 K + \varepsilon$$

where

$A_{ijk}$  is the catch rate for year  $i$  during month  $j$  and site  $k$ ;

$I$  is a matrix of 0 and 1 indicating year;

$J$  is a matrix of 0 and 1 indicating month;

$K$  is a matrix of 0 and 1 indicating site.

The model explained 70% of the variability in the data (Table 18).

où

$A_{ijk}$  est le taux de capture pour l'année  $i$ , au mois  $j$  et au site  $k$  ;

$I$  est une matrice de 0 et 1 indiquant l'année;

$J$  est une matrice de 0 et 1 indiquant le mois;

$K$  est une matrice de 0 et 1 indiquant le site.

Le modèle expliquait 70 % de la variation des données (Tableau 18).

The standardized catch rates for longlines (Figure 27) showed an increase from 1995 to 1997. Since the re-opening of the fishery in 1998, catch rates have been variable but a declining trend is now apparent. Catch rates have declined steadily since 2004, with each year after 2004 setting a new record for the lowest catch rate in the time-series.

Les taux de capture normalisés pour les palangres (Figure 27) ont augmenté de 1995 à 1997. Depuis la réouverture de la pêche en 1998, les taux de capture ont fluctué mais une tendance au déclin est maintenant évidente. Les taux de capture sont en déclin constant depuis 2004, et chaque année depuis 2004 établit le niveau du plus faible taux de capture de la série chronologique.

From this analysis, a standardized effort series was calculated by dividing the catch in weight by the standardized catch rate. Indices of abundance at age were then obtained by dividing the catch-at-age for the longline sentinel by the standardized effort. Ages 6 to 9 represented the majority of the catches (Table 19).

À partir de cette analyse, l'effort normalisé a été calculé en divisant les prises en poids par le taux de capture normalisé. Par la suite, un indice de l'abondance selon l'âge a été obtenu en divisant les prises selon l'âge du relevé de pêche sentinelle à la palangre par l'effort normalisé. Les âges 6 à 9 constituaient la majeure partie des prises (Tableau 19).

#### 4.3. Other abundance indices

A number of historical abundance indices are also available for this stock. They include an otter trawl catch rate index (1982 to 1993) and five sentinel survey (otter trawl lined, otter trawl unlined, seine lined, seine unlined, gillnet) indices conducted over the period 1995-2002. These indices are described in Chouinard et al. (2005a) and given in Appendix II. These indices are used in calibration of the population model (see next section).

#### 4.3. Autres indices de l'abondance

D'autres indices de l'abondance historique sont aussi disponibles pour ce stock. Ceux-ci incluent : un indice des taux de prise des chalutiers (1982 à 1993) et cinq indices de pêche sentinelle (chalut avec et sans doublure, senne avec et sans doublure, filets maillants) obtenus sur la période de 1995 à 2002. Ces indices sont décrits dans Chouinard et al. (2005a) et se trouvent dans l'Annexe II et sont utilisés dans le calibrage du modèle de population (voir la prochaine section).



## 5. POPULATION ANALYSES

### 5.1. Analysis of relative year-class strength

The research and sentinel surveys catch per unit effort at age data were analyzed with a general linear model to obtain information on relative year-class abundance (see Chouinard et al. 2003a). For the sentinel surveys, the historical series for seines and otter trawl (1995 to 2002) and the sentinel August trawl survey (2003-2008) were incorporated. Ages 2 and 3 were used in the analysis because they are largely not exploited by the fishery. The model was:

$$\ln A_{ijs} = \beta_0 + \beta_1 I + \beta_2 J + \beta_3 S + \beta_4 S * I + \varepsilon$$

where

$A_{ijs}$  = the survey index at age  $i$  and year-class  $j$ , for survey  $s$ ,

$I$  = a matrix of 0 and 1 indicating age,

$J$  = a matrix of 0 and 1 indicating year class, and

$S$  = a matrix of 0 and 1 indicating the source of the survey results.

The  $S*I$  interaction term was included to account for differences in recruitment at age to the respective surveys. The analyses did not include one large research vessel survey set in 1995 (set 127) in which about 6,600 small cod were taken. Previous analyses indicated that this result was anomalous and produced an unreliable estimate of year-class abundance (Sinclair et al. 1998). The main effect vector for year-class was interpreted as an index of relative year-class strength.

All effects in the model were statistically significant (Table 20) and a Normal probability plot indicated that the residuals were approximately normally distributed.

## 5. ANALYSES DE LA POPULATION

### 5.1. Analyse de l'abondance relative des classes d'âge

Afin d'obtenir de l'information sur l'abondance relative des classes d'âge, nous avons utilisé un modèle linéaire général pour analyser les données sur les prises selon l'âge par unité d'effort obtenues du relevé de recherche et des relevés par pêche sentinelle (voir Chouinard et al. 2003a). Pour les relevés de pêche sentinelle, les séries historiques des sennes et des chalutiers (1995-2002) ainsi que le relevé de pêche sentinelle au chalut du mois d'août (2003-2008) ont été inclus dans les analyses. Les groupes d'âges 2 et 3 ont été utilisés dans l'analyse parce qu'ils ne sont pas exploités. Le modèle était de la forme suivante :

Où

$A_{ijs}$  = l'indice du relevé pour l'âge  $i$  et la classe d'âge  $j$  pour le relevé  $s$ ,

$I$  = une matrice de 0 et de 1 indiquant l'âge,

$J$  = une matrice de 0 et de 1 indiquant la classe d'âge, et

$S$  = une matrice de 0 et de 1 indiquant la source des résultats de relevés.

Le terme d'interaction  $S*I$  permet de tenir compte des différences dans le recrutement selon l'âge dans les relevés respectifs. Un trait du relevé scientifique fait en 1995 (trait 127), qui a récolté environ 6 600 petites morues, n'a pas été inclus dans l'analyse car des analyses antérieures ont révélé que cette donnée était anormale, donnant une estimation douteuse de l'abondance des classes d'âge (Sinclair et al. 1998). Le vecteur de l'effet majeur sur une classe d'âge a été interprété comme un indice de l'abondance relative de celle-ci.

Tous les effets du modèle étaient statistiquement significatifs (Tableau 20), et un graphe de probabilité normale a indiqué que les résidus étaient distribués à peu près normalement.

Estimated year-class strength was relatively low for year-classes produced in the late 1960s and early 1970s and high for those produced from the mid 1970s to the late 1980s (Figure 28). Year-class strength declined sharply in the late 1980s and early 1990s, and fluctuated at a low level throughout the 1990s. The 2001 and 2002 year-classes were among the strongest year-classes produced since the early 1990s, but remained weak relative to those produced from the mid 1970s to late 1980s. However, the 2003 year-class is estimated to be the lowest in the time series, and the 2004 – 2006 year-classes are also estimated to be amongst the lowest observed.

## 5.2. Estimates of relative fishing mortality

Trends in fishing mortality can be described using a relative index obtained from the ratio of catch-at-age divided by the RV population estimates at age (Sinclair 1998). Provided that the survey index is taken close to when the population is at its average abundance for the year, these relative fishing mortality ( $F_r$ ) estimates are not affected by changes in natural mortality. However, the trends can be affected by changes in the rate of catch reporting and changes in survey catchability.

Relative fishing mortalities were high in the early 1970s, followed by a decline at the time of extended fisheries jurisdiction in 1977 (Figure 29).  $F_r$  was stable in most of the 1980s, but increased beginning in 1988 to a peak in 1992. With the closure of the cod fishery in September 1993,  $F_r$  dropped to the lowest level previously seen, and with the continued fishery closure,  $F_r$  declined further in 1994 and 1995. Expansion of the sentinel surveys, index

L'effectif estimatif était relativement faible pour ce qui est des classes d'âge produites à la fin des années 1960 et au début des années 1970, et il était élevé pour les classes produites entre le milieu des années 1970 jusqu'à la fin des années 1980 (Figure 28). L'effectif a connu une chute très prononcée à la fin des années 1980 et au début des années 1990, puis est resté faible tout au long des années 1990. Les classes de 2001 et de 2002 comptent parmi les classes les plus fortes produites depuis le début des années 1990, mais elles sont demeurées faibles en comparaison avec les classes produites entre le milieu des années 1970 et la fin des années 1980. Cependant, on estime la classe de 2003 au niveau le plus faible de la série chronologique, et celles de 2004 à 2006 parmi les plus faibles niveaux jamais enregistrés.

## 5.2. Estimation du taux de la mortalité relative par pêche

On peut étudier les tendances de la mortalité par pêche en utilisant un indice relatif obtenu par le rapport des prises selon l'âge divisé par les estimations de la population selon l'âge obtenues des relevés scientifiques (Sinclair, 1998). Pourvu que l'indice du relevé soit obtenu à un moment proche de celui où la population se situe à son abondance moyenne pour l'année en question, les variations du taux de mortalité naturelle n'ont pas d'incidence sur les estimations de la mortalité relative par pêche ( $F_r$ ). Les fluctuations du taux de déclaration des prises et les variations du potentiel de capture lors des relevés peuvent cependant avoir une incidence sur les tendances.

Les taux de mortalité relative par la pêche étaient élevés au début des années 1970, mais ils ont diminué lorsque la zone de pêche exclusive du Canada a été élargie en 1977 (Figure 29).  $F_r$  est demeuré stable presque tout au long des années 1980, mais il a augmenté à partir de 1988 pour atteindre un pic en 1992. Lors de la fermeture de la pêche de la morue en septembre 1993,  $F_r$  a chuté jusqu'au plus bas niveau établi antérieurement; la pêche demeurant interdite,

fisheries, and the limited commercial fishery from 1999-2001 have resulted in an increase in  $F_r$ . The cod-directed fishery was closed again in 2003 and catches were small. In 2005 and 2006,  $F_r$  was the highest since the moratorium in 1993; however, with the reduction in the TAC in 2007,  $F_r$  was reduced.

### 5.3. Estimates of total mortality (Z)

Total mortality estimates were derived from the catch rates at age in the September RV and the longline and August sentinel surveys, using analysis of covariance as described in Sinclair (2001). Analyses were conducted in 5-yr blocks, with  $\log_e$  catch rate as the dependent variable, age as the covariate and year-class included as a factor (to control for variation in year-class strength). Ages 7-11 were used for the RV and August sentinel surveys. These ages appear to be fully recruited to these surveys. Ages 9-12 were used for the longline survey. These ages appear to be still recruiting to the longline survey. If so, this will bias estimates from the longline survey downward. Time series of relative fishing mortality for ages 7-11 or 9-12 yr, averaged over the same 5-yr blocks, are compared to the time series of Z estimates.

Based on the RV survey catch rates at age, Z increased sharply in the late 1980s, peaking at values greater than 1 and then dropped sharply with the closure of the fishery in 1993 (Figure 30a). These changes in Z reflected changes in fishing mortality. However, Z remained high following the closure of the fishery in 1993. Based on the RV data, estimated Z was about 0.45-0.55 during the mid to late 1990s, increasing sharply in the 2000s to values between 0.75 and 0.95. The August

il a diminué davantage en 1994 et en 1995. L'expansion des relevés par pêche sentinelle, les pêches repère et la pêche commerciale limitée de 1999 à 2001, ont donné lieu à une augmentation de  $F_r$ . La pêche dirigée à la morue a été fermée de nouveau en 2003 et les prises étaient faibles. En 2005 et 2006, le  $F_r$  a été le plus élevé depuis le moratoire en 1993. Cependant, avec la réduction du TAC en 2007, le  $F_r$  a connu une baisse.

### 5.3. Estimations de la mortalité totale (Z)

La mortalité totale a été estimée à partir des taux de capture selon l'âge du relevé scientifique de septembre et ceux du relevé de pêche sentinelle du mois d'août en utilisant une analyse de covariance décrite dans Sinclair (2001). Les analyses ont été effectuées dans des blocs de 5 ans, avec le  $\log_e$  du taux de capture comme variable dépendante, l'âge comme covariable et la classe d'âge incluse comme facteur (pour contrôler la variation dans la force de la classe d'âge). On a utilisé les groupes d'âge 7 à 11 pour le relevé scientifique et le relevé de pêche sentinelle du mois d'août. Le recrutement de ces groupes semble être complet. Le relevé à la palangre a été axé sur les groupes d'âge 9 à 12. Le recrutement de ces classes au relevé à la palangre ne semble pas terminé. Si tel est le cas, les estimations du relevé à la palangre seront biaisées à la baisse. Les séries chronologiques de la mortalité relative par pêche pour les groupes d'âge 7 à 11 ou 9 à 12, pour lesquelles on a établi une moyenne pour les mêmes blocs de 5 ans, sont comparées aux séries chronologiques des estimations de Z.

D'après les prises selon l'âge du relevé scientifique, Z a augmenté brusquement à la fin des années 1980, atteignant des valeurs supérieures à 1, et a chuté brusquement avec la fermeture de la pêche en 1993 (Figure 30a). Ces changements dans Z reflètent des changements dans la mortalité par pêche, mais Z est demeuré élevé après la fermeture de la pêche en 1993. D'après les données du relevé scientifique, l'estimation de la mortalité totale était d'environ 0,45-0,55 du milieu à la fin des années 1990, puis elle a augmenté

sentinel trawl data also indicated high  $Z$  in the 2000s, with estimated values of 0.98 for the 2003-2007 block and 0.62 for the 2004-2008 block. The lower value in the second block appears to reflect a year effect related to set 392 in 2008; omitting this tow, the estimate for 2004-2008 is 0.84. Estimated  $Z$  from the longline survey data has varied between 0.6 and 0.85 since the mid 1990s (Figure 30b).

The estimates of  $Z$  during the fishing moratorium in 1994-1997 indicate that natural mortality ( $M$ ) was 0.4 or higher during this period. Estimated  $Z$  in 1994-1997 was 0.57 (95% CI: 0.47-0.66). Relative fishing mortality (ages 7-11 yr) during this period averaged 0.020. Thus, even assuming that catchability to the survey is 100%, the contribution of estimated fishing mortality to  $Z$  during this period is negligible. It might be hypothesized that high  $Z$  during this period reflects high levels of unreported catch rather than high  $M$ . However, even if fishery removals were three to four times the reported landings during the moratorium (which is very unlikely),  $M$  would need to be 0.4 or higher to account for the estimated  $Z$ .

There is no indication that  $M$  has since decreased below 0.4. The very high  $Z$  estimates for recent years suggest that natural mortality may have increased to even higher levels, though the uncertainty in the recent estimates is high due to possible year effects in the survey data.

Earlier studies obtained estimates for  $M$  of southern Gulf cod using data from the 1970s and earlier (Dickie 1963, Beverton 1965, Myers and Doyle 1983). The

fortement dans les années 2000 pour atteindre une valeur entre 0,75 et 0,95. Les données du relevé sentinelle au chalut du mois d'août ont aussi donné une estimation de la mortalité totale élevée, donnant des valeurs estimatives de 0,98 pour la période de 2003-2007 et de 0,62 pour le bloc de 2004-2008. La valeur inférieure obtenue pour le deuxième bloc semble être l'effet du trait 392 en 2008. Si l'on supprime ce trait, l'estimation pour le bloc 2004-2008 est de 0,84. L'estimation de  $Z$  obtenue à partir des données du relevé à la palangre varie entre 0,6 et 0,85 depuis le milieu des années 1990 (Figure 30b).

Les estimations de  $Z$  pendant le moratoire de 1994 à 1997 indiquent que la mortalité naturelle ( $M$ ) était à 0,4, sinon plus élevée, pendant cette période. Or, l'estimation de  $Z$  de 1994-1997 était de 0,57 (intervalle de confiance à 95 % : 0,47-0,66). Pendant cette période, la mortalité par pêche relative (âges 7 à 11) s'est située en moyenne à 0,020. Ainsi, même en présumant que le potentiel de capture du relevé est de 100 %, la contribution de l'estimation de la mortalité par pêche à la mortalité totale ( $Z$ ) pendant cette période est négligeable. On pourrait présumer que la valeur  $Z$  élevée durant cette période est due aux niveaux élevés des prises non déclarées plutôt qu'à une valeur  $M$  élevée. Cependant, même si les captures des pêcheurs étaient de trois à quatre fois plus élevées que les débarquements déclarés durant le moratoire (ce qui est fort peu probable), la valeur  $M$  devrait être de 0,4 ou plus pour justifier la valeur  $Z$  estimée.

Rien n'indique que  $M$  a diminué en dessous de la valeur 0,4. Les estimations très élevées de  $Z$  pour les années récentes suggèrent que la mortalité naturelle pourrait avoir augmenté à des niveaux encore plus élevés, mais l'incertitude des estimations récentes est élevée à cause d'effets de l'année potentiels dans les données du relevé.

Des études antérieures ont obtenu une estimation de la valeur  $M$  de la morue du sud du golfe en se basant sur des données provenant des années 1970 et plus tôt (Dickie



estimates from these studies vary between 0.07 and 0.1-0.2. The comparison between these estimates and those from the 1990s indicates a large increase in  $M$  of southern Gulf cod between the 1970s and 1990s. Comparison of the time series of relative fishing mortality  $F_r$  and  $Z$  estimates from the RV survey (Figure 30a) leads to the same conclusion.

#### 5.4. Sequential population analysis

During a zonal review of estimates of natural mortality for the Gulf of St. Lawrence cod stocks (DFO 2007), it was recommended that formulations including estimates of natural mortality ( $M$ ) should be used in the assessment of this stock. This type of analysis was conducted in the last two assessments of the stock. The 2008 analysis estimated that  $M$  for the most recent period (2003-2007) was about 0.55 to 0.6 (Chouinard et al. 2008).

In the current assessment, the 2008 formulation was again used (Model 1, the "standard" model). In addition, a formulation that extended the calibration indices to older ages and estimated  $M$  in blocks of ages as well as blocks of years was examined (Model 2, the "revised" model). This revised model addressed certain minor discrepancies between the standard model and the data (see Appendix III for details).

Two additional models are examined in Appendix III, a model assuming a constant  $M$  of 0.2 and a model like the revised model but calibrated with the RV indices only. The constant- $M$  model was clearly inappropriate. Results from the "RV-only" model were very similar to the results including the sentinel and commercial catch rate indices (Model 2). See Appendix III for further details.

In this assessment, estimation of oldest

1963; Berverton 1965; Myers et Doyle 1983). Les estimations de ces études varient entre 0,07 et 0,1-0,2. Une comparaison entre ces estimations et celles des années 1990 indique une forte augmentation de la valeur  $M$  de la morue du sud du golfe, entre les années 1970 et les années 1990. Une comparaison des séries chronologiques des valeurs de mortalité relative par pêche  $F_r$  et de  $Z$  du relevé scientifique (Figure 30a) donne lieu aux mêmes conclusions.

#### 5.4. Analyse séquentielle de la population

Lors de l'examen zonal de l'estimation de la mortalité naturelle pour les stocks de morue du golfe du Saint-Laurent (MPO 2007), on a recommandé que des formulations avec estimation de la mortalité naturelle ( $M$ ) soient utilisées pour l'évaluation de ce stock. Ce genre d'analyse a été fait lors des deux dernières évaluations du stock. L'analyse de 2008 a donné une estimation de la mortalité naturelle pour la plus récente période (2003-2007) d'environ 0,55 à 0,6 (Chouinard et al., 2008).

La formulation de 2008 a été utilisée de nouveau dans la présente évaluation (modèle 1, ou normalisé). En outre, on a examiné une formulation qui élargissait les indices de calibrage pour inclure les groupes plus vieux et qui estimait la valeur  $M$  en blocs d'âges et en blocs d'années (modèle 2, ou révisé). Ce modèle révisé élimine certains écarts mineurs entre le modèle normalisé et les données. Voir l'annexe III pour les détails.

Deux autres modèles sont examinés à l'annexe III, soit un modèle présumant une valeur  $M$  constante à 0,2 et un modèle semblable au modèle révisé mais calibré sur les indices du relevé scientifique seulement. Le modèle qui donne une valeur  $M$  constante est nettement inapproprié. Le modèle utilisant seulement le relevé scientifique donne des résultats très semblables aux indices de la pêche sentinelle et de la pêche commerciale (modèle 2). Voir l'annexe III pour les détails.

Dans cette évaluation, l'estimation des

age numbers ( $N_{15}$ ) started in 2002. As in previous assessments, the 2003 RV survey data was omitted from the RV indices, because of the difficulties with the survey (different vessel used; late start and area not completely surveyed) and the unusually high residuals for the 2003 data when used. For the reasons outlined in Chouinard et al. (2006), ages 3 and 4 were again not included in the sentinel longline indices.

The structure of Model 1 was as follows.

### Parameters

Terminal population estimates

$$N_{15,2002} \dots 2008, N_{i,2009}$$

where  $i = 3$  to 15

Calibration coefficients :

- Research Vessel (RV), ages 2 to 10
- Otter trawl CPUE (CPUE), ages 5 to 12 (2 parameters per age ; catchability and trend)
- Longline sentinel survey (L), ages 5 to 11
- August sentinel trawl survey (SENSUR), ages 2 to 12
- Seine (lined) sentinel survey (S1), ages 2 to 10
- Seine (unlined) sentinel survey (S0), ages 5 to 11
- Otter trawl (lined) sentinel survey (O1), ages 2 to 10
- Otter trawl (unlined) sentinel survey (O0), ages 5 to 10
- Gillnet sentinel survey (GN), ages 7 to 10

Natural mortality

effectifs du plus vieil âge ( $N_{15}$ ) a commencé en 2002. À l'instar des évaluations antérieures, les données du relevé scientifique de 2003 ont été supprimées en raison des difficultés liées à ce relevé (différent bateau, début tardif et couverture incomplète) et du fait que l'inclusion de ces données donnait lieu à des résidus inhabituellement élevés pour les données de 2003. Pour les raisons décrites dans Chouinard et al., 2006, les âges 3 et 4 ont été encore exclus des indices du relevé de pêche sentinelle à la palangre.

La structure de modèle 1 était la suivante.

### Paramètres

*Estimations de la population terminal*

où  $i = 3$  à 15

*Coefficients de calibrage :*

- Bateau de recherche, âges 2 à 10
- PUE des chalutiers (CPUE), âges 5 à 12 (2 paramètres par âge sont évalués : potentiel de capture et tendance)
- Relevé de pêche sentinelle des palangriers (L), âges 5 à 11
- Relevé de pêche sentinelle au chalut d'août (SENSUR), âges 2 à 12
- Relevé de pêche sentinelle des senneurs (avec doublure) (S1), âges 2 à 10
- Relevé de pêche sentinelle des senneurs (sans doublure) (S0), âges 5 à 11
- Relevé de pêche sentinelle des chalutiers (avec doublure) (O1), âges 2 à 10
- Relevé de pêche sentinelle des chalutiers (sans doublure) (O0), âges 5 à 10
- Relevé de pêche sentinelle au filet maillant, (GN), âges 7 à 10

Mortalité naturelle

- M1 (1980-1986)
- M2 (1987-1993)
- M3 (1998-2002)
- M4 (2003-2008)

### Structure imposed :

- Error in catch-at-age assumed negligible
- $F$  on oldest age equal to the average of two previous ages (before 2002)
- Natural Mortality:  
 $M = 0.2$  (1971-1979)  
 $M = 0.4$  (1994-1997)

### Inputs

- $C_{l,k}$ ,  $l = 2$  to 15,  $k = 1971$  to 2008  
(note : catch-at-age 2 set at 0 for years before 1999)
- $RV_{l,k}$ ,  $l = 2$  to 10,  $k = 1971$  to 2002, 2004 to 2008
- $CPUE_{l,k}$ ,  $l = 5$  to 12,  $k = 1982$  to 1993
- $L_{l,k}$ ,  $l = 5$  to 11,  $k = 1995$  to 2008
- $SENSUR$ ,  $l = 2$  to 12,  $k = 2003$  to 2008
- $S1_{l,k}$ ,  $l = 2$  to 10,  $k = 1995$  to 2002
- $S0_{l,k}$ ,  $l = 5$  to 11,  $k = 1995$  to 2002
- $O1_{l,k}$ ,  $l = 2$  to 10,  $k = 1995$  to 2002
- $O0_{l,k}$ ,  $l = 5$  to 10,  $k = 1995$  to 2002
- $GN_{l,k}$ ,  $l = 7$  to 10,  $k = 1996$  to 2002

### Objective function

Minimize:

$$SS = \sum_{a,y,i} (\log(I_{a,y,i}) - \log(q_{a,i} N_{a,y}))^2$$

where

$l$  = abundance index,  
 $q$  = catchability coefficients,  
 $N$  = population estimate,  
 $a$  = index,  
 $y$  = year,  
 $i$  = age

### Summary

- Number of observations: 869
- Number of Parameters: 102

The structure of model 2 was the same as model 1 except that the RV, longline sentinel and August sentinel trawl survey indices were extended up to age 14 and  $M$  was treated differently after 1986. After 1986,  $M$  was estimated separately for three blocks of years (1987-1993, 1994-2000,

### Structure imposée :

- Erreur des prises selon l'âge considérée négligeable.
- $F$  sur le plus vieil âge égal à la moyenne des deux groupes d'âge précédents (avant 2002)
- Mortalité naturelle :  
 $M = 0.2$  (1971-1979)  
 $M = 0.4$  (1994-1997)

### Données

- $C_{l,k}$ ,  $l = 2$  à 15,  $k = 1971$  à 2008  
(note : prises selon l'âge à 2 ans considérées nulles pour toutes les années avant 1999)
- $RV_{l,k}$ ,  $l = 2$  à 10,  $k = 1971$  à 2002, 2004 à 2008
- $CPUE_{l,k}$ ,  $l = 5$  à 12,  $k = 1982$  à 1993
- $L_{l,k}$ ,  $l = 5$  à 11,  $k = 1995$  à 2008
- $SENSUR$ ,  $l = 2$  à 12,  $k = 2003$  à 2008
- $S1_{l,k}$ ,  $l = 2$  à 10,  $k = 1995$  à 2002
- $S0_{l,k}$ ,  $l = 5$  à 11,  $k = 1995$  à 2002
- $O1_{l,k}$ ,  $l = 2$  à 10,  $k = 1995$  à 2002
- $O0_{l,k}$ ,  $l = 5$  à 10,  $k = 1995$  à 2002
- $GN_{l,k}$ ,  $l = 7$  à 10,  $k = 1996$  à 2002

### Fonction objective

Minimiser :

où

$l$  = indice de l'abondance,  
 $q$  = coefficients du potentiel de capture,  
 $N$  = estimations de la population,  
 $a$  = indice,  
 $y$  = année,  
 $i$  = âge

### Résumé

- Nombre d'observations : 869
- Nombre de paramètres : 102

Le modèle 2 était de la même structure que celle du modèle 1, sauf que les indices du relevé scientifique, du relevé de pêche sentinelle à la palangre et du relevé au chalut du mois d'août ont été élargis pour inclure les groupes d'âge allant jusqu'à l'âge 14 et la valeur  $M$  a été traitée différemment après

and 2001-2008) and for three age groups within each block (ages 2-4, 5-10, and 11-15). This increased the number of observations to 1071 and the number of parameters to 117.

Parameters and their variance were estimated both analytically and by bootstrapping (1000 iterations). The fit using the analytical solution and the parameter estimates from the bootstrap method are presented. Younger age-classes were not as well estimated as those for older fish (Table 21a and 21b). This is expected for age 3 as only two observations (one each from the RV and sentinel trawl surveys) are available for this cohort. Coefficients of variation were relatively low. For all population estimates, relative error was similar between the two models. As well, the estimated bias was small. The correlation matrix did not indicate any high values that could render some of the parameter estimates suspect.

For model 1, residuals from the RV, sentinel longline and August otter trawl survey indices (Figures A1a and 31a,b, respectively) were similar to those in the 2008 assessment. Residuals from the RV indices were somewhat better for model 2 than for model 1 over the age range common to both models (Figure A1). Residuals from the sentinel longline and August otter trawl survey indices were similar between the two models (Figure 31). Residuals for the other indices that end in 2002 were similar to those in the 2003 assessment (Chouinard et al. 2003b).

Comparison of the RV indices (corrected for catchability) with the model estimates indicated good correspondence between the indices and estimated population

1986. Après 1986, elle était estimée séparément en trois blocs d'années (1987-1993, 1994-2000 et 2001-2008), et on donne des estimations distinctes pour trois groupes d'âge (2-4, 5-10, 11-15). Ce changement a augmenté le nombre d'observations à 1071 et le nombre de paramètres à 117.

Les paramètres et leur variance ont été estimés de façon analytique et par la méthode d'auto-amorçage (1000 itérations). L'ajustement avec la méthode analytique et les estimations des paramètres par la méthode d'auto-amorçage sont présentés. Les classes d'âges plus jeunes étaient estimées avec moins de précision que celles des poissons plus âgés (Tableaux 21a et 21b). Cela est à prévoir pour l'âge 3 puisque cette cohorte ne fait l'objet que de deux observations, une du relevé scientifique et l'autre du relevé de pêche sentinelle au chalut. Les coefficients de variation étaient relativement faibles. Pour toutes les estimations de population, l'erreur relative était semblable d'un modèle à l'autre. De plus, le biais était petit. La matrice de corrélation n'a pas révélé de valeur élevée qui pourrait rendre douteuses certaines des estimations des paramètres.

En ce qui concerne le modèle 1, les résidus des indices du relevé scientifique, du relevé de pêche sentinelle à la palangre et du relevé au chalut du mois d'août (Figures A1a et 31a,b respectivement) étaient semblables à ceux observés dans l'évaluation de 2008. Le modèle 2 a donné des résidus des indices du relevé scientifique légèrement meilleurs que le modèle 1, pour la même fourchette d'âge (Figure A1). Quant aux indices du relevé de pêche sentinelle à la palangre et du relevé par chalut du mois d'août, les résidus étaient les mêmes d'un modèle à l'autre (Figure 31). Les résidus des autres indices qui se terminent en 2002 étaient similaires à ceux de l'évaluation de 2003 (Chouinard et al., 2003b).

Des comparaisons entre les indices du relevé scientifique (corrigés en fonction du potentiel de capture) et les estimations des modèles indiquaient une bonne correspondance entre



trends for most ages (Figure A3). Relative to the RV survey, model 1 tended to over-estimate the abundance of young cod (ages 2-4) slightly in the mid to late 1990s and under-estimate their abundance in the late 1970s and late 1980s. Abundance estimates from model 2 corresponded with the RV estimates more closely in these cases. Assuming a flat-topped PR for ages beyond the calibration block, model 1 tended to underestimate abundance of old fish (ages 12-14 yr) before 2000 and over-estimate their abundance after 2000 relative to the RV indices. The correspondence between RV and model estimates for these old ages was much improved for model 2 (Figure A3).

Models 1 and 2 also differed somewhat in their estimates of recruitment rate (the number of recruits produced per unit of spawning stock biomass). Model 1 indicated relatively high recruitment rates for year-classes produced between 1993 and 2002 compared to those produced from 1985 to 1990 (Figure A5). Model 2 indicated lower recruitment rates for the 1993-2002 year-classes, comparable to those for the 1985-1990 year-classes. Temporal patterns in recruitment rate estimates from the RV survey are more similar to those from model 2.

For both models, estimates of  $M$  had low relative error (2-10%, Table 21), except for the 2-4 age group in model 2. Estimates from model 1 were similar to the estimates produced by this model in the 2008 assessment. Consistent with previous analyses (e.g., Chouinard et al. 2005b), these estimates indicated an increase in  $M$  in the 1980s. The estimates of  $M$  were 0.30 for 1980-1986 and 0.48 for 1987-1993. The high estimate for 1987-1993 may be partly due to an increase in unreported catch as well as elevated natural mortality.  $M$  was

les indices et les tendances estimées des populations pour la plupart des groupes d'âge (Figure A3). Pour ce qui est du relevé scientifique, le modèle 1 avait tendance à surestimer légèrement l'abondance des jeunes morues (âges 2 à 4), du milieu à la fin des années 1990 et à la sous-estimer à la fin des années 1970 et des années 1980. Dans ces cas-là, les estimations de l'abondance du modèle 2 concordaient mieux aux estimations du relevé scientifique. En présumant un recrutement partiel à sommet plat pour les âges dépassant le bloc visé par le calibrage, le modèle 1 avait tendance à sous-estimer l'abondance des poissons plus vieux (âges 12 à 14) avant 2000 et à la surestimer par la suite, en comparaison avec les indices du relevé scientifique. Le modèle 2 a donné une bien meilleure concordance entre les estimations du relevé scientifique et les estimations des modèles pour ce qui est de ces groupes d'âge plus vieux (Figure A3).

Les modèles 1 et 2 ont également donné des estimations quelque peu différentes du taux de recrutement (nombre de recrues produites par unité de biomasse du stock reproducteur). Le modèle 1 a donné des taux de recrutement relativement élevés pour les classes d'âge produites entre 1993 et 2002, par rapport à celles produites de 1985 à 1990 (Figure A5). Par ailleurs, selon le modèle 2, les taux de recrutement des classes d'âge de 1993 à 2002 étaient plus faibles que ceux des classes de 1985 à 1990. Les profils temporels du taux de recrutement estimé dans le cadre du relevé scientifique concordent davantage avec ceux du modèle 2.

L'estimation de  $M$  a donné une faible erreur relative, pour les deux modèles (2 à 10 %, Tableau 21), à l'exception du groupe d'âge 2 à 4 dans le modèle 2. Les estimations du modèle 1 étaient semblables à celles du modèle 2 pour l'évaluation de 2008. Conformément aux analyses précédentes (p. ex. Chouinard et al., 2005b), ces estimations ont indiqué une augmentation de  $M$  dans les années 1980.  $M$  était estimée à 0,30 pendant les années 1980-1986 et à 0,48 pendant les années 1987-1993. L'estimation élevée pour la période 1987-1993 peut être en partie

estimated to be 0.51 in 1998-2002, increasing to 0.58 in 2003-2008. These values are consistent with the high  $Z$  estimates from the RV and mobile sentinel survey catch rates in recent years (Figure 30). Given the very limited fishing effort since 1994, these high estimates for 1998-2008 must mostly reflect elevated natural mortality rather than unreported catch.

Estimates of  $M$  from model 2 for the 5-10 age group are consistent with the age-aggregated estimates from model 1 (Table 21, Figure A6).  $M$  of the 2-4 age group in 1987-1993 was estimated to be very high (0.73) by model 2, consistent with the suspected increase in discarding of small fish during this period. Estimated  $M$  for this age group declined after 1993 to 0.27 and 0.25. This is consistent with a sharp reduction in unaccounted mortality due to discarding of small fish following the sharp reduction in fishing effort after 1993. In contrast,  $M$  of the 11-15 age group is estimated to be very high after 1993 (0.9-1.1). The higher  $M$  for older fish estimated by model 2 is consistent with the widespread pattern of increasing mortality for large fish and declining mortality for small fish over the past two decades in the southern Gulf marine fish community (Benoît and Swain 2008; Swain et al. 2009; Morin et al. 2008; D.P. Swain and H.P. Benoît, unpublished analyses).

Retrospective analyses showed no apparent tendency for these models to over or under-estimate either total population abundance or recruitment (Figure 32).

Finally, the model results were compared with results of the previous assessments of

attribuable à une hausse des prises non déclarées autant qu'à une mortalité naturelle élevée. Durant la période 1998-2002,  $M$  a été estimée à 0,51, puis elle a augmenté à 0,58 pendant la période 2003-2008. Ces valeurs correspondent aux récentes valeurs élevées de  $Z$  estimées à partir des taux de capture du relevé scientifique et du relevé de pêche sentinelle à engins mobiles (Figure 30). Compte tenu de l'effort de pêche très limité depuis 1994, ces estimations élevées pour les années 1998-2002 doivent sans doute être dues à une mortalité naturelle élevée plutôt qu'à des captures non déclarées.

Les estimations de  $M$  du modèle 2 pour le groupe d'âge 5-10 correspondent aux mêmes estimations regroupées selon l'âge du modèle 1 (Tableau 21, Figure A6). Le modèle 2 a donné une valeur  $M$  très élevée (0,73) pour le groupe d'âge 2-4 pendant la période 1987-1993, ce qui correspond à la hausse des rejets en mer de petites morues que l'on soupçonne pendant cette même période. Après 1993, la valeur  $M$  estimée pour ce groupe d'âge a chuté à 0,27 et à 0,25. Cela correspond à la forte baisse de la mortalité non déclarée, causée par le rejet en mer de petits poissons, qui a suivi la forte réduction de l'effort de pêche après 1993. En revanche, on estime que la valeur  $M$  du groupe d'âge 11-15 est très élevée après 1993 (de 0,9 à 1,1). Le fait que le modèle 2 ait donné une valeur  $M$  supérieure aux poissons plus vieux est conforme à la tendance généralisée vers une augmentation de la mortalité des poissons de grande taille et une diminution de la mortalité des poissons de petite taille, que l'on retrouve depuis deux décennies dans l'ensemble de la communauté des poissons de mer du sud du golfe (Benoît et Swain 2008; Swain et al. 2009; Morin et al. 2008; D.P. Swain et H.P. Benoît, analyses non publiées).

Les analyses rétrospectives de ces modèles n'ont démontré aucune tendance manifeste à surestimer ou à sous-estimer l'abondance de la population totale ou le recrutement (Figure 32).

Enfin, les résultats des modèles ont été comparés aux résultats des évaluations

this stock. Given the change in the model structure with the estimation of natural mortality, estimates in the historical period were revised in 2007. However, assessment results (population numbers and spawning stock biomass) have been very consistent over the past few years for models with similar structure (Figure 33). Abundance and biomass trends are similar for all the models shown in Figure 33 (covering assessments since 1999).

During a zonal review of estimates of natural mortality for the Gulf of St. Lawrence cod stocks (DFO 2007), it was recommended that formulations including estimates of natural mortality ( $M$ ) should be used in the assessment of this stock. This type of analysis was conducted in the last two assessments of the stock. The 2008 analysis estimated that  $M$  for the most recent period (2003-2007) was about 0.55 to 0.6 (Chouinard et al. 2008).

## 6. ASSESSMENT RESULTS

The long-term beginning-of-the-year population abundance and biomass were obtained by combining estimates of the historical population (1950-1970) (see Maguire et al. 1983) with the results from the calibrated SPA corrected for the estimated bias. Both SPA models indicate a decline in the stock from the late 1990s to recent years (Tables 22a and 22b). Like the previous assessments (Chouinard et al. 2008; Swain et al. 2007a), the models indicate that the 2003 year-class is weak (Table 22). Both models show that spawning stock biomass (SSB) is now estimated to be well below the level when the fishery closed in 1993 (Table 23a and 23b). Fishing mortality ( $F$ ) declined sharply with the closure of the fishery in 1993 and remained below 0.05 until 1999 (Table 24a and 24b). With the opening of the fishery and catches near 6,000 t in 1999-2002, the fishing mortality was close

précédentes de ce stock. Étant donné le changement de structure du modèle au chapitre de l'estimation de la mortalité naturelle, les estimations visant la période historique ont été révisées en 2007. Cependant, les résultats des évaluations des dernières années (effectif de la population et biomasse du stock reproducteur) ont été très cohérents dans les cas de modèles de structure semblable (Figure 33). Les tendances de l'abondance et de la biomasse sont semblables pour tous les modèles décrits dans la Figure 33, lesquels couvrent les évaluations réalisées depuis 1999.

Lors de l'examen zonal de l'estimation de la mortalité naturelle pour les stocks de morue du golfe du Saint-Laurent (MPO 2007), on a recommandé que des formulations avec estimation de la mortalité naturelle ( $M$ ) soient utilisées pour l'évaluation de ce stock. Ce genre d'analyse a été faite lors des deux dernières évaluations du stock. L'analyse de 2008 a donné une estimation de la mortalité naturelle pour la plus récente période (2003-2007) d'environ 0,55 à 0,6 (Chouinard et al., 2008).

## 6. RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION

Les effectifs et la biomasse au début de chaque année ont été obtenus à long terme en combinant la population historique (1950-1970) (voir Maguire et al. 1983) avec les résultats de l'ASP calibrée (corrigés pour le biais). Les deux modèles indiquent un déclin dans le stock à partir de la fin des années 1990 jusqu'aux années récentes (Tableaux 22a et 22b). Comme dans l'évaluation précédente (Chouinard et al. 2008; Swain et al. 2007a), les deux modèles ont indiqué que la classe de 2003 est très faible. Les deux modèles indiquent que la biomasse du stock reproducteur (BSR) est maintenant estimée comme étant très inférieure au niveau observé lors du moratoire de 1993 (Tableau 23a et 23b). La mortalité due à la pêche ( $F$ ) a diminué fortement et est demeurée en de ça de 0,05 jusqu'en 1999 (Tableau 24a et 24b). Avec la réouverture de la pêche et des prises de 6 000 t en 1999-2002, la mortalité due à la

to 0.1. The fishing mortality was almost nil in 2003 because of the closure of the fishery. Fishing mortality for ages 7+ increased to 0.10-0.11 in 2005 and 2006 and has declined slightly with reduced catches in 2007 to 0.07 – 0.08.

The view of stock trends from the current assessment is generally consistent with that from the previous assessments of the stock. Results of model 1, which uses the 2008 formulation, are very similar to those of the 2008 assessment. The 2008 assessment model predicted that SSB would decline by about 18% in 2008 if catch was 1,650 t. Model 1 in the current assessment indicates that SSB declined by 16% with this catch.

#### **6.1. Trends in population abundance and recruitment**

Both models indicate that the current abundance of the stock is less than half of the level in 1993 when the fishery was closed (Figure 34). Total (3+) abundance has declined steadily since the late 1990s, except for a minor increase in 2003-2004 (Model 1) or 2004 (Model 2). This minor increase was due to the 2000 and 2001 year-classes, which were slightly stronger than the preceding year-classes. By 2006 abundance had declined to a new historical low, and it has declined further each year since then.

Recruitment in the 1990s was considerably lower than the high values observed in the late 1970s and the 1980s and comparable to the relatively low values observed in the 1960s and early 1970s (Figure 34). Based on Model 1, average recruitment of 3-year-old cod was slightly higher in 1994-2004 than the average in the 1960s and early 1970s. Based on Model 2, average recruitment was similar in these two

pêche est évaluée à environ 0,1. En 2003, la pêche a été fermée et la mortalité due à la pêche a été presque nulle. Le taux de mortalité dû à la pêche pour les poissons de 7 ans et plus a augmenté à 0,10 – 0,11 en 2005 et 2006. La mortalité due à la pêche a été réduite légèrement en 2007 (autour de 0,07 – 0,08) à cause des prises réduites.

La perspective des tendances de la population de la présente évaluation est généralement cohérente avec celles des années antérieures pour ce stock. Les résultats du modèle 1, qui emploie la formulation de 2008, sont très semblables à ceux de l'évaluation de 2008. Le modèle de 2008 avait prédit que la biomasse reproductrice allait diminuer d'environ 18% entre 2008 et 2009 si la prise en 2008 était environ 1 650 t. Les résultats du Modèle 1 de l'évaluation présente suggèrent un déclin de 16% avec cette prise.

#### **6.1. Tendances dans l'abondance de la population et le recrutement**

Les deux modèles indiquent que l'abondance actuelle du stock est estimée à moins de la moitié de celle de 1993, date à laquelle le moratoire a été mis en place (figure 34). L'abondance totale (3+) a décliné constamment depuis la fin des années 1990, à l'exception d'une légère augmentation en 2003-2004 (modèle 1) ou en 2004 (modèle 2). Cette légère augmentation est principalement due aux classes d'années de 2000 et de 2001 où l'abondance a été un peu plus forte que les années précédentes. En 2006, l'abondance a décliné atteignant les plus bas niveaux de la série et a continué, depuis, à décliner un peu plus chaque année.

Le recrutement dans les années 1990 était considérablement plus bas que celui observé à la fin des années 1970 et dans les années 1980, mais comparable au niveau faible des années 1960 et début 1970 (figure 34). Selon le modèle 1, le recrutement moyen des morues de 3 ans était légèrement plus haut de 1994 à 2004 que dans les années 1960 et début 1970. Selon le modèle 2, le recrutement moyen de ces deux périodes était similaire.



periods. Both models indicate that the most recent year-classes (the 2003-2006 year-classes) are the weakest observed in the 60-year record.

## 6.2. Spawning and population biomass and exploitation rate

Spawning and population biomass were at their highest levels in the mid-1950s and mid-1980s (Figure 34). Biomass declined sharply in the late 1980s and early 1990s. With the closure of the fishery in 1993, the decline in biomass was halted. Despite this measure, both spawning and population biomass only increased slowly for a few years. However, biomass resumed its decline in the late 1990s (Model 1) or early 2000s (Model 2). Biomass had reached a record low level by 2002 (Model 1) or 2003 (Model 2), and has declined further each year since then. Biomass at the beginning of 2009 is estimated to be about one-third of the 2000 level, and is well below the estimated conservation limit reference point for this stock (see below).

Fishing effort was reduced markedly in 1993 with the closure of the fishery, and fishing mortality (Table 24) and exploitation rates have been low since then (Figure 34). The exploitation rate in 2008 is estimated at about 6% (Figure 34).

## 6.3. Surplus production

Surplus production ( $P_t$ ) was estimated from the models as follows:

$$P_t = B_{t+1} - B_t + C_t$$

where  $B_t$  is the 3+ biomass at the beginning of year  $t$  and  $C_t$  is the reported catch in year  $t$ . Estimated surplus production was substantial in most years from 1950 to the mid 1980s, and then

Ces deux modèles indiquent que les classes d'années les plus récentes, soit celles de 2003-2006, ont les plus faibles recrutements observés des 60 années de données recueillies.

## 6.2. Biomasse du stock reproducteur, biomasse de la population et taux d'exploitation

La biomasse de la population et la biomasse du stock reproducteur étaient à leur niveau le plus élevé au milieu des années 1950 et au milieu des années 1980 (figure 34). La biomasse a chuté à la fin des années 1980 et au début des années 1990. Le moratoire en 1993 a arrêté le déclin. Malgré cette mesure, la biomasse de la population et la biomasse du stock reproducteur n'ont augmenté que de façon très lente pour quelques années. Cependant, la biomasse a repris son déclin à la fin des années 1990 (modèle 1) ou au début des années 2000 (modèle 2). La biomasse a décliné à un niveau record en 2002 (modèle 1) ou 2003 (modèle 2) et a continué à faiblir davantage à chaque année. Au début de 2009, la biomasse est estimée être d'environ du tiers du niveau de l'année 2000 et se trouve en-dessous de la limite du point de référence estimé pour la conservation de ce stock.

L'effort de pêche a été réduit considérablement en 1993 avec la fermeture de la pêche. Le taux de mortalité due à la pêche (Tableau 24) et le taux d'exploitation sont restés faibles (Figure 34). Le taux d'exploitation en 2008 est estimé à 6% (Figure 34).

## 6.3. Production de surplus

Le surplus de production ( $P_t$ ) a été estimé à partir du modèle suivant :

où  $B_t$  est le 3+ de la biomasse au début de l'année  $t$  et  $C_t$  est la prise rapportée dans l'année  $t$ . L'estimation du surplus de production était substantielle pour la plupart des années allant de 1950 au milieu des

appeared to drop sharply (Figure 35). The apparent suddenness of this drop may be an artifact of 1) the formulation of the population model which estimated  $M$  in blocks of years and 2) a possible increase in discarding or unreported catch in the late 1980s and early 1990s. (The production lost to any unreported catch is not incorporated in these estimates.) Based on Model 1, there was a small amount of surplus production in the early to mid 1990s (average 8,400 t), but production has been consistently negative since 1998. Based on Model 2, production fluctuated around zero in the early 1990s, there was a small amount of surplus production (average about 7,000 t) in the late 1990s, and production has been consistently negative since 2001.

Both models indicate that the population currently produces no surplus production. The population is expected to continue to decline even in the absence of fishing unless productivity improves (Swain and Chouinard 2008).

#### **6.4. Components of productivity**

##### **6.4.1 Recruitment rate**

The recruitment rate of southern Gulf cod rose to remarkably high levels for year-classes produced in the mid to late 1970s (Figure A5). These high rates of recruitment fueled the rapid recovery of this stock from its earlier collapse in the 1970s. These rates are thought to be abnormally high, reflecting reduced predation on cod eggs and larvae following the collapse of pelagic fish stocks in the southern Gulf early in the 1970s (Swain and Sinclair 2000). Pelagic fish stocks recovered in the 1980s, and recruitment rates of cod returned to a lower level.

Estimates of recent recruitment rates differ between models 1 and 2 (Figure A5). Based on Model 1, the recruitment rate for

années 1980 et, par la suite, semble décliner abruptement (figure 35). La rapidité de ce déclin peut avoir été le résultat de; 1) la formulation du modèle de population qui estime  $M$  comme un bloc d'années et 2) une augmentation possible de rejets ou de prises non rapportées à la fin des années 1980 et début des années 1990. (Les pertes de production n'ont pas été incluses dans ces estimations.) Selon le modèle 1, il y avait de petites hausses dans les surplus de production au début et au milieu des années 1990 (moyenne 8400t), mais la production a été systématiquement négative depuis 1998. Selon le modèle 2, la production variait autour du zéro au début des années 1990, avec un faible surplus de production (moyenne d'environ 7000t) à la fin des années 1990 et avec une production qui demeure négative depuis 2001.

Les deux modèles indiquent que la population actuelle ne produit pas de surplus de production. Il est anticipé que la population continue à décliner, même en l'absence de pêche, à moins que la production s'améliore (Swain and Chouinard 2008).

#### **6.4. Composantes de la productivité**

##### **6.4.1. Taux de recrutement**

Le taux de recrutement de la morue du sud du Golfe s'élevait aux sommets remarquables dans les classes d'années du milieu à la fin des années 1970 (figure A5). Ces hauts taux de recrutement ont alimenté le rapide rétablissement du stock qui s'était écroulé dans les années 1970. Ces taux anormalement hauts reflétaient la réduction de la prédation sur les œufs et les larves de morue qui suivait l'effondrement des stocks de poissons pélagiques dans le sud du Golfe au début des années 1970 (Swain and Sinclair 2000). Les stocks de poissons pélagiques se sont rétablis dans les années 1980 et le taux de recrutement de la morue est retourné à un niveau plus bas.

Les récentes estimations du taux de recrutement diffèrent entre les modèles 1 et 2 (Figure A5). Selon le modèle 1, le taux de

year-classes produced in the 1990s was about 3 times the rates in the 1950s and 1960s. Based on Model 2, recruitment rates were lower in the 1990s, about twice the rates in the 1950s and 1960s. The temporal trends in recruitment rates based on RV survey catch rates are more consistent with the results of Model 2.

Both models indicate that recent recruitment rates, while lower than the unusually high rates observed for year classes produced in the mid to late 1970s, are high compared to the rates observed in the 1950s and 1960s. That is, the current weak recruitment is not due to a low rate of recruitment, but is instead due to low spawning stock biomass.

Both models indicate a general decline in recruitment rate between year-classes produced in the early 1990s and those produced in the mid 2000s (Figure A5). If this trend continues, productivity of this stock will decline further due to a poor rate of recruitment.

The factor most strongly related to the observed variation in recruitment rate for this stock is the biomass of pelagic fishes (Swain and Sinclair 2000; Swain et al. 2000; Swain and Chouinard 2000). Pelagic fish biomass is currently relatively high in the southern Gulf, so a return to the very high recruitment rates observed in the mid to late 1970s cannot be expected in the near term.

Recruitment rate in this stock also appears to be related to the timing of the disappearance of ice in the spring and surface water temperatures in the spring and early summer (Swain et al. 2000; D. P. Swain, unpublished analyses). Recruitment rate tends to be somewhat higher when the timing of the spring ice melt is near average and when temperatures in spring and early summer are cool. In 2008, ice

recruitment des classes des années 1990 était environ 3 fois le taux des années 1950 et 1960. Selon le modèle 2, les taux de recrutement étaient plus bas dans les années 1990, environ deux fois les taux des années 1950 et 1960. La tendance temporelle dans les taux de recrutement, basée sur le taux des prises du relevé par navire de recherche (NR), est davantage compatible avec les résultats du modèle 2.

Les deux modèles indiquent que les récents taux de recrutement, bien qu'ils soient plus bas que les taux anormalement hauts des classes du milieu et de la fin des années 1970, sont élevés comparativement aux taux observés dans les années 1950 et 1960. Ainsi, le faible recrutement n'est pas dû à un taux de recrutement bas, mais plutôt au bas niveau de la biomasse des stocks reproducteurs.

Les deux modèles indiquent un déclin général du taux de recrutement entre les classes du début des années 1990 et celles du milieu des années 2000 (figure A5). Si la tendance se maintient, la productivité de ce stock déclinera davantage dû au faible taux de recrutement.

Le facteur le plus fortement relié aux variations observées du taux de recrutement pour ce stock est la biomasse des poissons pélagiques (Swain and Sinclair 2000; Swain et al. 2000; Swain and Chouinard 2000). La biomasse des poissons pélagiques est actuellement relativement élevée dans le sud du Golfe. Par conséquent, un retour au taux de recrutement observé au milieu et à la fin des années 1970 n'est pas à prévoir dans un futur rapproché.

Le taux de recrutement de ce stock semble également être relié à la disparition de la glace au printemps et la température de l'eau à la surface au printemps et au début de l'été (Swain et al. 2000; D. P. Swain, analyses non publiées). Le taux de recrutement a tendance à être plus élevé lorsque le timing de la fonte des glaces est près de la moyenne et lorsque la température au printemps et au début de l'été est tempérée. En 2008, la fonte des

melt was late and surface water temperatures were warm in May to July (Galbraith et al. 2009). Based on these conditions, a strong recruitment rate would not be expected for the 2008 year-class.

#### **6.4.2. Growth rate**

Size-at-age of southern Gulf cod decreased sharply in the late 1970s and early 1980s (Figure 19). This decline is thought to reflect a density-dependent decrease in individual growth rate combined with the phenotypic response to a change in the direction of size-selective mortality (Sinclair et al. 2002). Size-at-age has remained low, even though conditions for growth now appear to be good: temperatures experienced by cod during the feeding season are relatively warm, cod density is low, and prey abundance is high. The continued slow growth of southern Gulf cod may reflect a genetic response to the strong selection against fast growth that occurred in the 1980s and early 1990s (Swain et al. 2007b).

#### **6.4.3. Natural mortality**

The most important factor contributing to the current low productivity of the southern Gulf cod stock is elevated  $M$  (Swain and Chouinard 2008). Causes of this high  $M$  are unknown. Increased discarding and unreported catch during the intense fishery of the late 1980s and early 1990s may contribute to the high value estimated for that period. However, it is unlikely that unreported catch could account for the high estimates of  $M$  in the period after 1993, when there has been little fishing effort (Chouinard et al. 2005b). Hypotheses that have been proposed for elevated  $M$  of cod in this or other Northwest Atlantic cod stocks include poor fish condition due poor environmental conditions (Dutil and Lambert 2000), increased survival costs to reproduction due to fishery-induced

glaces s'est produite sur le tard et la température à la surface de l'eau était chaude de mai à juillet (Galbraith et al. 2009). Considérant ces conditions, un taux de recrutement élevé n'est pas à prévoir pour la classe d'année 2008.

#### **6.4.2. Taux de croissance**

La taille à l'âge de la morue du sud du Golfe a baissé brusquement à la fin des années 1970 et début 1980 (figure 19). Ce déclin semble refléter la diminution d'une densité-dépendante dans le taux de croissance individuel combiné avec la réponse phénotypique à un changement dans la direction de la mortalité relié à la sélectivité de la taille (Sinclair et al. 2002). La taille à l'âge est demeurée basse, même si les conditions favorisant la croissance semblent actuellement être bonnes. La température de l'eau durant la saison de ravitaillement est relativement chaude, la concentration de morue est faible et les proies sont abondantes. La lente croissance qui persiste pour la morue du sud du Golfe est possiblement une réponse génétique à la forte sélection contre la croissance rapide durant les années 1980 et au début des années 1990 (Swain et al. 2007b).

#### **6.4.3. Mortalité naturelle**

Le plus important facteur qui contribue à la basse productivité de la morue du sud du Golfe est la valeur élevée de  $M$  (Swain and Chouinard 2008). Les causes expliquant la haute valeur de  $M$  ne sont pas connues. Une augmentation dans les rejets et les prises non rapportées durant la pêche intense de la fin des années 1980 et au début des années 1990 a pu contribuer à une estimation élevée de la valeur durant cette période. Cependant, il est peu probable que les prises non rapportées aient eu un impact sur les estimations élevées de  $M$  après 1993, où il n'y a eu que très peu d'effort de pêche (Chouinard et al. 2005b). Des hypothèses ont été proposées pour expliquer cette haute valeur pour la morue dans ce rapport et dans d'autres rapports sur le stock de morue du nord-ouest de l'Atlantique. Par exemple, la



declines in age and size at maturity (Hutchings 2005), and increased predation by the expanding grey seal herd (Chouinard et al. 2005b).

Hypotheses for the causes of elevated *M* of southern Gulf cod were examined at a recent workshop on the impacts of seals on fish populations (DFO 2009). It was concluded that the causes of the elevated *M* of southern Gulf cod are unknown, but that the hypothesis for which there is the most support is that predation by grey seals is an important cause of this elevated *M*.

## **7. BIOLOGICAL REFERENCE POINTS**

The limit reference point for recruitment overfishing is the spawning stock biomass below which the stock is considered to have suffered serious or irreversible harm (because the probability of good recruitment is low). The limit reference point for this stock has been estimated to be 80,000 t (Chouinard et al. 2003b).

The stock has been below the limit reference point since 2002. The stock is certain to be below the limit reference point at the beginning of 2010 (see below).

## **8. MANAGEMENT ALTERNATIVES**

In 2004, with the re-opening of the fishery, DFO announced that a series of decision rules would be developed in partnership with industry to determine the TACs for 2005 and beyond. While there was significant work to develop the decision rules, the rules have not been finalized. In this document, we provide analyses of the implications of various TAC levels in 2009.

pauvre condition du poisson qui est due aux conditions environnementales (Dutil and Lambert 2000), l'augmentation des coûts de survie pour la reproduction reliée à la pêche entraînant une diminution de l'âge et de la taille à maturité (Hutchings 2005), et une augmentation de la prédation par une population de phoques gris en expansion (Chouinard et al. 2005b).

Des hypothèses sur les causes de *M* élevée pour la morue du sud du Golfe ont été examinées dans un récent atelier sur les impacts des phoques sur les populations de poissons (DFO 2009). Les causes relatives à la valeur élevée de *M* pour la morue du sud du Golfe n'ont pas été déterminées lors de cet atelier et demeurent inconnues. Cependant, l'hypothèse selon laquelle le phoque gris constitue une importante cause à cette haute valeur, reçoit le plus de support.

## **7. POINTS DE RÉFÉRENCE BIOLOGIQUE**

Le point de référence limite de la surpêche au niveau du recrutement est la biomasse du stock reproducteur. En dessous de cette limite, le stock est considéré avoir souffert de sérieux ou d'irréversibles dommages (parce que la probabilité d'un bon recrutement est basse). Le point de référence limite pour ce stock a été estimé à 80 000t (Chouinard et al. 2003b).

Le stock a été en dessous du point de référence limite depuis 2002. Le stock est assuré d'être en-dessous du point de référence limite au début de 2010 (voir ci-dessous).

## **8. OPTIONS POUR LA GESTION**

En 2004, avec la réouverture de la pêche, le MPO annonçait que des règles de décision pour l'établissement des TAC devaient être élaborées pour 2005 et les années à venir dans un partenariat entre l'industrie et le MPO. Quoique des efforts importants aient été déployés pour élaborer ces règles, celles-ci n'ont pas été complétées. Dans ce document, nous fournissons une analyse des impacts de divers niveaux de prises en 2009 sur le stock.

Conclusions about stock status are very similar between Models 1 and 2. Projections and risk analyses were based on Model 1, the model used in the 2008 assessment of this stock.

### 8.1. Yield projections

Deterministic catch projections were conducted with results of Model 1. The bias-corrected estimates of population abundance at the beginning of 2009 and partial recruitment calculated for the period 2004 to 2008 were used. Beginning-of-year weights in 2009 were predicted using relationships between the weights (beginning of year) in year  $y$  and age  $a$  and those for year  $y+1$  and age  $a+1$ . Weights for 2010 were the average of beginning of the year weights for 2007 to 2009. The values estimated by the population models for the recent period were used for natural mortality in the projections. Input parameters are documented in Table 25. Projections were conducted for catch levels in 2009 ranging from 0 to 10,000 t.

The projections indicated that spawning biomass is expected to decrease by 10.7% even if there is no catch in 2009. A catch of about 1,650 t (catch in 2008) in 2009 would result in a 15% (Model 1) decline in spawning stock biomass (Figure 36). At that level, the exploitation rate would be about 7%.

### 8.2. Risk Analyses

Uncertainties regarding stock size were used in risk analyses to determine the probability of various stock levels not being attained given specific catch levels in 2009. The analyses used the bootstrap results. Analyses included the uncertainty in  $M$  estimates. The range of catch considered for 2009 was 0 to 5,000 t at intervals of 50 t. Input parameters used for weight at age, partial recruitment and  $M$  were the same as in the deterministic projections.

Les conclusions de l'état du stock sont très semblables entre le modèle 1 et le modèle 2. Les projections et les analyses de risqué utilisent le modèle 1, le modèle utilisé dans l'évaluation du stock de 2008.

### 8.1. Projections de prises

Des projections de prises ont été effectuées avec les résultats de modèle 1. Les estimés de l'abondance de la population au début de 2009 (corrigés pour le biais) et le profil d'exploitation (recrutement partiel) calculé pour la période de 2004 à 2008 ont été utilisés. Les poids selon l'âge au début de l'année 2009 ont été prédits en utilisant les relations entre le poids moyen pour l'année  $y$  à l'âge  $a$  et le poids moyen de l'année  $y+1$  et l'âge  $a+1$ . Les poids moyens selon l'âge au début de l'an 2010 ont été fixés à la moyenne de 2007 à 2009. Les valeurs estimées par les modèles de population pour la période récente ont été utilisées pour les projections. Les paramètres utilisés pour les projections sont présentés au Tableau 25. Les projections ont été effectuées pour des niveaux de prises en l'an 2009 variant entre 0 et 10 000 t.

Les résultats de ces projections ont indiqué que la biomasse du stock reproducteur diminuerait de 10.7% même sans une pêche commerciale en 2009. Des prises de l'ordre de 1 650 t (prises de 2008) en 2009 donneraient lieu à une diminution de 15% à la biomasse du stock reproducteur (Figure 36). À ce niveau, le taux d'exploitation serait de 7%.

### 8.2. Analyses de risque

Les incertitudes reliées à l'estimation de l'abondance de la population ont été utilisées pour effectuer des analyses de risque afin de déterminer les probabilités que certains niveaux de stocks ne soient pas atteints étant donné des niveaux de prises en l'an 2009. Les analyses ont été faites avec les résultats de l'analyse d'auto amorçage. Les analyses incluaient les incertitudes dans les estimés de  $M$ . On a considéré des niveaux de capture en 2009 de 0 à 5 000 t à intervalle de 50 t. Les

intrants de poids selon l'âge, recrutement partiel et de M étaient les mêmes que pour les projections.

It is almost certain that there will be a decline in spawning stock biomass during 2009 even with no catch, with a 94% probability of a decline of 5% or more and a 54% probability of a decline of 10% or more (Figure 37). With a catch of 2,000 t, there is a 99% probability of a decline in SSB of 5% or more and a 93% probability that SSB will decline by 10% or more.

The estimated conservation limit reference point for this stock is 80,000 t (Chouinard et al. 2003b). This is the stock level below which productivity is sufficiently impaired to cause serious harm to the resource. When the stock is below this level, in order to be compliant with the Precautionary Approach, fishery management actions must promote stock growth and removals by all human sources must be kept to the lowest possible level (DFO 2006). The probability that the stock will remain below the limit reference point in 2009 is 100%.

### 8.3. Conclusion

The outlook for this stock is grim. Spawning stock biomass is estimated to be at the lowest level observed, is well below the limit reference point and is declining. Recent year-classes are the lowest on record. Natural mortality remains high, and appears to have increased further in recent years. This stock currently has a production deficit, due mostly to the elevated natural mortality. A fishery on this stock is not sustainable at its current level of productivity. Even without a fishery, the stock is expected to steadily decline under current conditions (Swain and Chouinard 2008). Given the status of the stock relative to the limit reference point and the declining trend foreseen for the next year, catches would need to be limited to the lowest possible level in order to be

Il est pratiquement certain qu'il y aura un déclin de la biomasse reproductrice en 2009 même sans prises, avec une probabilité de 94% d'un déclin de 5% ou plus et une probabilité de 54% d'un déclin de 10% ou plus (Figure 37). Avec des prises de 2 000 t, la probabilité d'un déclin de 5% de la BSR est de 99% et il y a une probabilité de 93% d'un déclin de 10% de la BSR.

Le niveau de référence limite (niveau de conservation) pour ce stock est estimé à 80 000t (Chouinard et al. 2003b). Le niveau de référence limite est le niveau du stock en deçà duquel la productivité est suffisamment détériorée pour entraîner un dommage grave à la ressource. Pour être conforme à l'Approche de Précaution, lorsque le stock se trouve sous le niveau de référence limite, les mesures de gestion doivent promouvoir la croissance du stock et les prises de toutes sources anthropiques doivent être maintenues au plus faible niveau possible (MPO 2006). La probabilité que le stock demeure sous le niveau de référence limite en 2009 est de 100%.

### 8.3. Conclusion

Les perspectives sur l'état du stock sont sombres. La biomasse du stock reproducteur est inférieure aux niveaux les plus faibles précédemment observés, est bien en deçà du niveau de la limite de conservation et elle est en déclin. Les classes d'années récentes sont à un seuil record. La mortalité naturelle reste élevée et semble être encore plus grande durant les dernières années. Ce stock est présentement dans une situation de production déficitaire, dû principalement à la mortalité naturelle élevée. Une pêcherie sur ce stock n'est pas soutenable au niveau actuel de production. Même sans pêche, on s'attend à ce que le stock décline de façon significative sous les conditions actuelles (Swain et Chouinard, 2008). Compte tenu de l'état du stock par rapport au point de référence limite et le déclin prévu au cours de

compliant with the Precautionary Approach.

la prochaine année, il serait opportun de limiter les prises de ce stock au plus faible niveau possible afin de minimiser des déclin prévus. Ceci serait conforme à l'Approche de Précaution.

The main reason for the current decline of the stock is elevated natural mortality. Steps to preserve as much of the remaining spawning biomass as possible would increase the probability that the stock may be able to recover if the productivity regime improves.

Il est reconnu que la cause principale du déclin actuel du stock est reliée à la mortalité naturelle. Il est donc essentiel de prendre tous les moyens possibles pour préserver autant que possible la biomasse reproductrice restante de façon à ce qu'un rétablissement soit possible si le régime de productivité s'améliore.

## **9. ACKNOWLEDGEMENTS**

Thanks are extended to DFO staff who participated in the annual research survey, to the fishermen who conducted the sentinel surveys and those who responded to the end-of season telephone survey. We thank Ghislain Chouinard for discussion and helpful advice.

## **9. REMERCIEMENTS**

Nous tenons à remercier les employés du MPO qui ont participé au relevé annuel sur les poissons de fonds ainsi que les pêcheurs qui ont effectués les relevés sentinelles et ceux qui ont répondu au sondage téléphonique de fin de saison. Nous remercions Ghislain Chouinard pour sa disponibilité à discuter et ses conseils utiles.



## 10. REFERENCES

## 10. BIBLIOGRAPHIE

- Benoît, H.P. 2006. Standardizing the southern Gulf of St. Lawrence bottom-trawl survey time series: results of the 2004-2005 comparative fishing experiments and other recommendations for the analysis of the survey data. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/008: 127 p.
- Benoît, H. P. and D. P. Swain. 2003. Accounting for length and depth-dependent diet variation in catchability of fish and invertebrates in an annual bottom-trawl survey. ICES J. Mar. Sci. 60: 1298-1317.
- Benoît, H.P. and D. P. Swain. 2008. Impacts of environmental change and direct and indirect harvesting effects on the dynamics of a marine fish community. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 65: 2088-2104.
- Beverton, R. J. H. 1965. Catch effort of some ICNAF fisheries. Res. Bull. Int. Comm. Northw. Atl. Fish. 2: 59-72.
- Casey, J.M. and R. A. Myers. 1998. Diel variation in trawl catchability: is it as clear as day and night? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 2329-2340.
- Chouinard, G.A., L. Currie, and G. Poirier. 2001. Assessment of cod in the southern Gulf of St. Lawrence, February 2001. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2001/020: 86 p.
- Chouinard, G.A., A. F. Sinclair, and D. P. Swain. 2003a. Factors implicated in the lack of recovery of southern Gulf of St. Lawrence cod since the early 1990s. ICES CM 2003/U:04: 26 p.
- Chouinard, G.A., B. Parent, K. Robichaud-Leblanc, and D. Daigle. 1999. Results of the sentinel surveys for cod conducted in the southern Gulf of St. Lawrence in 1994-1998. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 99/24: 56 p.
- Chouinard, G.A., D. P. Swain, L. Currie, G. A. Poirier, A. Rondeau, H. Benoit, T. Hurlbut, and D. Daigle. 2003b. Assessment of Cod in the Southern Gulf of St. Lawrence, February 2003 / Évaluation du stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent, février 2003. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2003/015: 119 p.
- Chouinard, G. A., L. G. Currie, G. A. Poirier, D.P. Swain, H. P. Benoit, T. Hurlbut, D. Daigle, and L. Savoie. 2005a. Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, February 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/007: 95 p.
- Chouinard, G. A., L. G. Currie, G. A. Poirier, T. Hurlbut, D. Daigle, L. Savoie. 2006. Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, February 2006. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/006: 99 p.
- Chouinard, G. A., D. P. Swain, M. O. Hammill, and G. A. Poirier. 2005b. Covariation between grey seal (*Halichoerus grypus*) abundance and natural mortality of cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 62: 1991-2000.
- Chouinard, G. A., L. Savoie, D. P. Swain, T. Hurlbut, and D. Daigle. 2008. Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, February 2008. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/045: 99 p.
- Dickie, L. M. 1963. Estimation of mortality rates of Gulf of St. Lawrence cod from results of a tagging experiment. Spec. Publ. Int. Comm. Northw. Atl. Fish. 3: 71-80.

- DFO. 2006. A harvest strategy compliant with the precautionary approach. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2006/023.
- DFO. 2007. Accounting for changes in natural mortality in Gulf of St Lawrence cod stocks. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2007/002.
- DFO. 2009. Proceedings of the National Workshop on the Impacts of Seals on Fish Populations in Eastern Canada (Part 2); 24-28 November 2008. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2009/(in prep.).
- Dutil, J-D, and Y. Lambert. 2000. Natural mortality from poor condition in Atlantic cod (*Gadus morhua*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57: 826-836.
- Galbraith, P.S., R.G. Pettipas, J. Chassé, D. Gilbert, P. Larouche, B. Pettigrew, A. Gosselin, L. Devine and C. Lafleur. 2009. Physical oceanographic conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2008. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/014.
- Gavaris, S. 1980. Use of the multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial fishery data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 2272-2275.
- Hutchings, J.A. 2005. Life history consequences of overexploitation to population recovery in Northwest Atlantic cod (*Gadus morhua*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 62: 824-832.
- Maguire, J.J., D. Lever, and L. Waite. 1983. Assessment of cod in NAFO Division 4T and subdivision 4Vn (Jan.-Apr.) for 1983. CAFSAC Res. Doc. 83/51:38 p.
- Morin, R., S. G. LeBlanc, G. A. Chouinard and D. Swain. 2008. Status of NAFO Division 4T American plaice, February 2008. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/067: 63 p.
- Myers, R. A. and R. W. Doyle. 1983. Predicting natural mortality rates and reproduction-mortality trade-offs from life history data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 612-620.
- Nielsen, G. 1989. An analysis of the day versus night catches of the southern Gulf of St. Lawrence groundfish cruises 1985-1988. CAFSAC Res. Doc. 89/54: 18 p.
- Nielsen, G.A. 1994. Comparison of the fishing efficiency of research vessels used in the southern Gulf of St. Lawrence groundfish surveys from 1971 to 1992. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1952: 56 p.
- Poirier, G. A. and L. Currie. 2004. Results from the August 2003 sentinel mobile survey of the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/014: 35 p.
- Poirier, G. A. and L. Currie. 2005. Results from the August 2004 sentinel mobile survey of the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/009: 51 p.
- Poirier, G. A. and L. Currie. 2006. Results from the August 2005 sentinel mobile survey of the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/009: 55 p.
- Poirier, G. A. and L. Currie. 2007. Results from the August 2006 sentinel mobile survey of the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/008: 55 p.
- Robson, D.S. 1966. Estimation of the relative fishing power of individual ships. ICNAF. Res. Bull. 3: 5-15.

- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2 Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989: 846 p.
- Shelton, P.A, A. F. Sinclair, G.A. Chouinard, R. Mohn, and D.E. Duplisea. 2006. Fishing under low productivity conditions is further delaying recovery of northwest Atlantic cod. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 63: 235-238.
- Sinclair, A.F. 1998. Estimating trends in fishing mortality at age and length directly from research surveys and commercial catch data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1248-1263.
- Sinclair, A. F. 2001. Natural mortality of cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. *ICES J. Mar. Sci.* 58: 1-10.
- Sinclair, A., G. A. Chouinard and L. G. Currie. 1997. Update of fishery and research survey information on the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, April 1997. DFO Can. Stock Assess. Sec. Res. Doc. 97/65: 43 p.
- Sinclair, A. F., G. A. Chouinard, and L. G. Currie. 1998. Assessment of cod in the southern Gulf of St. Lawrence, January 1998. DFO Can. Stock Assess. Sec. Res. Doc. 98/08.
- Sinclair, A.F., D.P. Swain, and J.M. Hanson. 2002. Disentangling the effects of size-selective mortality, density, and temperature on length-at-age. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 372-382.
- Swain, D. P. and G.A. Chouinard. 2000. Spawning stock characteristics and cod recruitment in the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2000/148: 14 p.
- Swain, D.P. and G.A. Chouinard. 2008. Predicted extirpation of the dominant demersal fish in a large marine ecosystem: Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 65: 2315-2319.
- Swain, D.P., and A.F. Sinclair. 2000. Pelagic fishes and the cod recruitment dilemma in the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 1321-1325.
- Swain, D. P., I. D. Jonsen, J. E. Simon, and R. A. Myers. 2009. Assessing threats to species-at-risk using stage-structured state-space models: mortality trends in skate populations. *Ecol. App.* 19: 1347-1364.
- Swain, D. P., G. A. Nielsen, and D. E. McKay. 1995. Incorporating depth-dependent differences in fishing efficiency among vessels in the research survey time series for Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. *Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2317: 20 p.
- Swain, D. P., L. G. Currie, G. A. Chouinard, G. A Poirier, L. Savoie, T. Hurlbut, and D. Daigle. 2007a. Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, March 2007. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/033: 120 p.
- Swain, D. P., A. F. Sinclair, G.A. Chouinard, and K.F. Drinkwater. 2000. Ecosystem effects on pre-recruit survival of cod in the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2000/147.
- Swain, D.P., A. F. Sinclair, and J.M. Hanson. 2007b. Evolutionary response to size-selective mortality in an exploited fish population. *Proc. R. Soc. B.* 274: 1015-1022.

## TABLES / TABLEAUX

Table 1: Landings (t) of southern Gulf of St. Lawrence cod, 1965-2008, by area and time period relevant to the management unit. The column "stock" indicates the landings used in the analytical assessment, and is the total for 4T, 4Vn (Jan.-Apr.), 4Vn (Nov.-Dec.), and catches of 4T origin in 4Vs. The TAC applies to the traditional management unit, 4TVn (Jan.-Apr.) until 1994.

Tableau 1 : Débarquements (en t) de morue du sud du golfe du Saint-Laurent, 1965 à 2008, par zone et périodes applicables à l'unité de gestion. La colonne «stock» indique les débarquements utilisés dans l'évaluation analytique et représente le total pour 4T, 4Vn (jan.-avr.), 4Vn (nov.-déc.) et les prises de morue de 4T en 4Vs. Le TAC s'applique à l'unité de gestion traditionnelle, 4TVn (jan.-avr.) jusqu'en 1994.

Year / Année	4T	4Vn(J-A)	4Vn(N-D)	4Vs	Stock	4TVn(J-A)	TAC
1965	46471	16556	2077		65104	63027	
1966	38282	16603	2196		57081	54885	
1967	34245	7071	2096		43412	41316	
1968	37910	8641	2440		48991	46551	
1969	40905	6914	2442		50261	47819	
1970	43410	21055	1523		65988	64465	
1971	40669	15706	1556		57931	56375	
1972	42096	25704	1517		69317	67800	
1973	25756	24879	1308		51943	50635	
1974	28580	20167	1832		50579	48747	63000
1975	28853	13618	795		43266	42471	50000
1976	17600	15815	3928		37343	33415	30000
1977	19536	2683	4665		26884	22219	15000
1978	25453	12439	1128		39020	37892	38000
1979	46695	9301	1700		57696	55996	46000
1980	36157	18477	2592		57226	54634	54000
1981	48132	17045	1970		67147	65177	53000
1982	43418	14775	3476		61669	58193	60000
1983	48222	13073	2695		63990	61295	62000
1984	40652	14712	2200		57564	55364	67000
1985	47819	14319	1835		63973	62138	67000
1986	48066	15709	1444	3463	68682	63775	60000
1987	43571	7555	1437	2029	54592	51126	45200
1988	44616	7442	1165	2496	55719	52058	54000
1989	43617	9191	1887	2574	57269	52808	54000
1990	41552	9688	2031	4606	57877	51240	53000
1991	31938	6781	1830	8911	49460	38719	48000
1992	27899	6782	2282	4164	41127	34681	43000
1993	4121	1161	55		5337	5282	13000
1994	1198	139	1		1338	1337	
1995	1032		4		1036		
1996	1140		2		1142		
1997	1725	0	1		1726		
1998	2671	7	15		2693		3000*
1999	6154	6	3		6163		6000
2000	6038	4	9		6051		6000
2001	6305	2	16		6323		6000
2002	5060	8	59		5127		6000
2003	288		1		289		0
2004	2259	7	46		2312		3000
2005	2825	20	6		2851		4000
2006	3019	3	2		3024		4000
2007	1343	144	3		1490		2000
2008	1526	121	1		1648		2000

\* the directed fishery remained closed but a 3,000 t allowance was in place for sentinel surveys, an index fishery and by-catches in other fisheries / la pêche dirigée est demeurée interdite mais une allocation de 3 000 t était en vigueur pour les relevés sentinelles, une pêche indicatrice et les prises accidentelles dans d'autres pêcheries.



Table 2: Landings (t) by gear type of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, 1965-2008.

Tableau 2 : Débarquements (t) de morue du stock du sud du golfe du Saint-Laurent par type d'engin, 1965 à 2008.

Year Année	Otter trawls Chaluts	Seines Sennes	Gillnets Filets	Longlines Palangres	Handlines Lignes	Misc. Autres	Total
1965	48854	2735	3571	4713	0	5231	65104
1966	37023	2444	9414	3062	0	5138	57081
1967	24823	2293	9948	2536	2469	1343	43412
1968	29553	1064	12933	1344	2942	1155	48991
1969	28131	1234	9581	5014	5066	1235	50261
1970	43652	1798	9786	6258	3205	1289	65988
1971	36338	2267	9676	3600	4011	2039	57931
1972	50615	2121	7896	1792	2103	4790	69317
1973	36467	2137	8223	925	2135	2056	51943
1974	37923	1765	6141	1352	1292	2106	50579
1975	29080	1983	6330	245	3530	2098	43266
1976	28928	1384	4459	163	1191	1218	37343
1977	14695	3269	5931	692	1299	998	26884
1978	22669	4504	8929	1015	1449	454	39020
1979	31727	8845	12022	1622	1957	1523	57696
1980	32698	10095	4260	2827	1562	5784	57226
1981	34509	12563	4053	7017	1061	7944	67147
1982	32242	11360	4205	5481	916	7465	61669
1983	32880	13857	3010	4754	1286	8203	63990
1984	32316	10732	6891	5058	1903	664	57564
1985	40177	11935	5287	4261	2078	235	63973
1986	41653	15380	4328	5314	1975	32	68682
1987	31961	9759	4792	5926	2106	48	54592
1988	34055	12017	3936	4074	1602	35	55719
1989	34260	15492	2796	3396	1190	135	57269
1990	37354	14094	1962	3289	1048	130	57877
1991	35216	9282	1679	2502	778	3	49460
1992	28408	8660	1263	1890	875	31	41127
1993	2143	328	1313	842	705	6	5337
1994	213	412	302	103	153	155	1338
1995	110	379	101	78	101	267	1036
1996	269	398	134	127	214		1142
1997	337	599	280	247	195	68	1726
1998	709	828	506	408	238 <sup>1</sup>	4	2693
1999	1642	1195	1665	882	777	1	6163
2000	1264	1275	1747	953	812 <sup>2</sup>	0	6051
2001	1717	1560	1409	882	743 <sup>3</sup>	12	6323
2002	1125	1652	1226	482	337 <sup>4</sup>	305	5127
2003	24	79	3	183	0	0	289
2004	650	569	454	444	194	1	2312
2005	1072	531	542	531	174	1	2851
2006	1224	876	279	471	172	2	3024
2007	562	482	100	281	62	3	1490
2008	709	409	139	282	109	0	1648

<sup>1</sup>Includes 160 t from the recreational fishery – Incluant 160 t de la pêche récréative

<sup>2</sup>Includes 424 t from the recreational fishery – Incluant 424 t de la pêche récréative

<sup>3</sup>Includes 332 t from the recreational fishery – Incluant 332 t de la pêche récréative

<sup>4</sup>includes 295 t from the recreational fishery – Incluant 295 t de la pêche récréative

Table 3: Landings (t) by month, gear and fishery type for southern Gulf of St. Lawrence cod in 2008.  
(OTB = otter trawls, SNU =seines, GNS = gillnets, LLS = longlines, LHP= handlines)

Tableau 3 : Débarquements (t) par mois, engin et type de pêche pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent en 2008.  
(OTB = chaluts à panneaux, SNU= sennes, GNS= filets maillants, LLS = palangres, LHP=lignes à main)

Gear/ Engin	Fishery/ Pêche	Jan. jan.	Feb. fév.	March mars	April avril	May mai	June juin	July juillet	August août	Sept. sept.	Oct. oct.	Nov. nov.	Dec. déc.	TOTAL
OTB	Commercial Sentinel	95.0	16.1	2.2			2.1	103.0	47.1 8.0	12.3	206.7	176.2	39.8	700.5 8.0
	All / Tous	95.0	16.1	2.2			2.1	103.0	55.1	12.3	206.7	176.2	39.8	708.5
SNU	Commercial Sentinel					23.8	12.8	126.7	102.6	27.9	92.7	22.6		409.1
	All / Tous					23.8	12.8	126.7	102.6	27.9	92.7	22.6		409.1
GNS	Commercial Sentinel					1.5	0.0	87.5	25.1	25.1	0.0			139.2
	All / Tous					1.6	0.0	87.5	25.1	25.1	0.0			139.2
LLS	Commercial Sentinel	0.6	2.0	2.1	2.3	4.4	2.2	77.8 2.8	16.1 6.8	94.1 21.5	43.3 5.2		0.4	245.6 36.3
	All / Tous	0.6	2.0	2.1	2.3	4.4	2.2	80.6	22.9	115.6	48.5	0.0	0.4	281.9
LHP	Commercial Sentinel							3.8	6.7	97.0	1.5	0.1		109.1
	All / Tous							3.8	6.7	97.0	1.5	0.1		109.1
OTHER	Commercial Sentinel													
	All / Tous													
TOTAL		95.7	18.1	4.3	2.4	29.8	17.2	401.7	212.5	277.8	349.3	198.9	40.2	1647.8
		Total Commercial												1603.5
		Total Sentinel												44.3

Table 4: Age-length keys used in the calculation of the 2008 catch-at-age for southern Gulf of St. Lawrence cod.

Tableau 4 : Clés âge-longueur utilisées pour le calcul des prises selon l'âge de morues du sud du golfe du Saint-Laurent en 2008.

Key Clé	Gear - Périod Engin - Période	Samples Échantillons	N	Landing (t) Débarquements (t)
1	MOBILE APR-SEPT	APR-SEPT OTB & SNU LENGTHS APR-SEPT OTB & SNU AGES	4997 480	458.294
2	MOBILE OCT-DEC	OCT-DEC OTB & SNU LENGTHS JUL-DEC OTB & SNU AGES	2119 621	537.915
3	GNS APR-OCT	APR-OCT GNS LENGTHS APR-OCT GNS, LLS & LHP AGES	1017 582	139.310
4	LLS APR-DEC	APR-DEC LLS LENGTHS APR-DEC GNS, LLS & LHP AGES	2171 582	240.807
5	LHP JUL-NOV	JUL-NOV LLS LENGTHS JUL-NOV GNS, LLS & LHP AGES	808 504	109.135
6	LLS SENTINEL JUL-NOV	JUL-NOV LLS SENTINEL LENGTHS JUL-NOV LLS SENTINEL AGES	21856 787	36.240
7	OTB SENTINEL AUG	AUG OTB SENTINEL LENGTHS AUG OTB SENTINEL AGES	6782 941	8.018
	UNSAMPLED/ ÉCHANTILLONNÉ.	NON		118.094
TOTAL LANDINGS / DÉBARQUEMENTS				1647.813

Table 5: Landings (numbers) at age by gear and time period in 2008. The age-key numbers correspond with Table 4.

Tableau 5 : Débarquements (nombres) selon l'âge par engin et période en 2008. Les nombres identifiant les clés âge-longueur correspondent au tableau 4.

Key-Clé Gear-Engin Quarter- Périod	1 OTB & SNU	2 OTB & SNU	3 GNS	4 LLS	5 LHP	6 Fix Sentinel	7 Mobile Sentinel August / Août	Unsam. Non- échan.	TOTAL
Age	2 & 3	4	2-4	2-4	3-4	3-4			
0							22		22
1							149		149
2	14						1049	1	1064
3		1006	26	95	24	17	2003	81	3253
4	7517.2	18990	514	2275	212	244	1491	2100	33342
5	20153	63482	2783	18297	3020	1926	2079	7505	119244
6	58638	67966	2578	19738	5079	3413	712	10673	168797
7	162256	163192	10790	42510	19775	5589	1178	27144	432433
8	99140	109813	16505	30688	17116	4276	824	18357	296719
9	31885	31314	14365	22242	10176	2746	328	7153	120209
10	4639	11132	9734	14683	6803	1697	149	2880	51716
11	3026	4611	6347	7711	4435	729	212	1555	28625
12	2104	5824	3932	4019	2093	867	79	1138	20057
13	594	365	1353	1419	577	289		267	4864
14	698	353	361	393	135	124		129	2194
15	148		237	217	234	41		43	920
16+			83	32	40	42		8	205
Total 3+	390798	478048	69609	164320	69718	22000	9054	79033	1282579
All / Tous	390812	478048	69609	164320	69718	22000	10274	79034	1283815



Table 6: Mean weight (kg) at age by gear and time period in 2008. The age-key numbers correspond with Table 4.

Tableau 6 : Poids moyen (en kg) selon l'âge par engin et période en 2008. Les nombres identifiant les clés âge-longueur correspondent au tableau 4.

Key-Clé Gear- Engin Quarter- Périod	1 OTB & SNU 2 & 3	2 OTB & SNU 4	3 GNS 2-4	4 LLS 2-4	5 LHP 3-4	6 Fix Sentinel 3-4	7 Mobile Sentinel August / Août	Unsam. Non- échan.	TOTAL
Age									
0							0.00		0.00
1							0.03		0.03
2	0.09						0.10		0.10
3		0.31	0.47	0.47	0.47	0.31	0.20		0.25
4	0.67	0.58	0.56	0.60	0.62	0.68	0.42		0.60
5	0.78	0.75	0.68	0.78	0.85	0.82	0.59		0.76
6	0.94	0.93	1.18	0.96	1.04	1.14	0.83		0.95
7	1.12	1.10	1.59	1.22	1.33	1.44	1.13		1.15
8	1.25	1.28	1.90	1.58	1.60	1.84	2.01		1.37
9	1.59	1.65	2.18	1.87	1.82	2.04	2.13		1.77
10	2.48	1.98	2.27	2.00	1.84	2.26	2.62		2.08
11	2.28	2.10	2.56	2.39	2.10	2.24	3.48		2.33
12	2.16	1.94	2.57	2.49	2.20	2.50	3.33		2.27
13	2.54	1.91	2.78	2.79	2.50	3.13			2.67
14	2.53	1.81	3.31	4.06	3.28	2.76			2.90
15	3.11		1.91	1.91	1.91	2.39			2.14
16+			4.26	6.07	4.11	2.80			4.21
Total 3+	1.17	1.13	2.00	1.47	1.57	1.65	0.87		1.27
All / Tous	1.17	1.13	2.00	1.47	1.57	1.65	0.78		1.27

Table 7: Mean length (cm) at age by gear and time period in 2008. The age-key numbers correspond with Table 4.

Tableau 7 : Longueur moyenne (en cm) selon l'âge par engin et période en 2008. Les nombres identifiant les clés âge-longueur correspondent au tableau 4.

Key-Clé Gear- Engin Quarter- Périod	1 OTB & SNU 2 & 3	2 OTB & SNU 4	3 GNS 2-4	4 LLS 2-4	5 LHP 3-4	6 Fix Sentinel 3-4	7 Mobile Sentinel August / Août	Unsam. Non- échan.	TOTAL
Age									
0							8.00		8.00
1							16.71		16.71
2	23.00						23.46		23.45
3		33.31	38.00	38.00	38.00	33.23	28.46		30.46
4	42.36	40.52	39.99	40.88	41.27	42.54	36.26		40.80
5	44.31	43.74	42.49	44.33	45.54	44.94	40.54		43.92
6	46.97	46.88	50.09	47.24	48.53	49.82	44.98		47.12
7	49.54	49.21	55.17	50.88	52.36	53.46	49.41		49.89
8	51.17	51.59	58.49	55.06	55.43	57.64	58.81		52.58
9	55.21	55.62	60.90	57.77	57.54	59.36	59.20		56.87
10	63.22	58.80	61.60	58.92	57.78	61.33	63.58		59.78
11	61.12	59.83	63.76	62.36	60.18	61.28	69.76		61.79
12	60.43	58.59	63.76	63.19	61.16	63.44	67.76		61.39
13	63.41	59.00	65.58	65.60	63.45	67.33			64.62
14	63.35	58.00	69.61	73.38	69.64	65.61			65.97
15	68.56		59.00	59.00	59.00	62.53			60.78
16+			75.80	83.74	75.00	66.22			74.88
Total 3+	49.99	49.20	58.81	53.04	54.71	55.11	42.30		50.91
All / Tous	49.99	49.20	58.81	53.04	54.71	55.11	39.93		50.88

Table 8: Landings at age (numbers, '000) of southern Gulf of St. Lawrence cod, 1971-2008. The table includes landings in 4T, 4Vn (Nov.-Apr.), and 4Vs (Jan.-Apr.).

Tableau 8 : Débarquements selon l'âge (nombres, en milliers) de morue du sud du golfe du Saint-Laurent, 1971 à 2008. Le tableau inclut les débarquements dans 4T, 4Vn (nov. à avril) et dans 4Vs (janv. à avril).

Year / Année	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16+	Total
1971	6	2099	7272	9262	5916	2331	1251	520	130	354	75	120	154	68	29558
1972	3179	22247	12018	6666	7561	3551	952	547	372	120	51	14	47	38	57361
1973	1374	6999	14498	5325	3720	2800	1861	557	338	100	69	47	12	24	37723
1974	2993	5400	5033	9690	3102	1854	1772	1054	260	198	81	29	6	19	31490
1975	1567	8910	6933	2540	3297	1319	1119	801	680	151	53	76	7	67	27519
1976	508	4097	9996	6975	1708	1257	478	285	148	145	47	17	12	10	25679
1977	659	4960	5899	3320	1773	400	284	182	114	50	53	10	4	5	17712
1978	548	10037	10897	4596	2681	1108	244	248	110	72	44	5	13	6	30610
1979	148	5138	15913	11251	3509	1724	865	295	253	66	33	17	16	8	39235
1980	295	1920	14674	14142	9789	1522	808	404	143	30	18	8	14	26	43793
1981	98	3829	7380	19144	13116	6200	913	463	203	71	89	2	14	4	51526
1982	518	1621	10671	8700	12539	7663	2533	444	142	76	5	2	2	1	44917
1983	42	1147	6311	12124	11936	7646	5379	2668	139	51	18	10	5	5	47481
1984	30	1319	4210	7410	9085	6949	5173	2937	942	151	52	7	5	9	38278
1985	175	1561	10307	17163	8342	6094	3975	2277	971	353	26	6	8	6	51265
1986	136	3546	8295	23645	9739	4069	3041	2372	1197	803	159	19	3	2	57027
1987	80	1029	7400	10851	18933	7011	2250	1684	700	417	132	112	14	13	50627
1988	111	1725	5241	11259	9072	12151	6813	1818	970	466	202	51	44	8	49931
1989	71	1658	6065	12398	10714	7316	7628	5171	990	465	153	49	37	15	52730
1990	540	2973	7508	10613	10207	6983	4467	4644	2066	385	122	37	30	30	50603
1991	286	5178	10371	9586	8416	4735	3173	1754	955	587	91	25	16	9	45184
1992	487	3437	12511	9912	5290	3453	2059	910	510	375	112	12	5	9	39081
1993	53	262	904	1174	946	499	223	135	74	36	31	7	9	2	4353
1994	26	54	98	211	281	156	71	28	19	8	4	2	0	0	957
1995	69	133	145	130	223	134	60	24	13	5	2	1	0	0	939
1996	39	84	134	142	124	174	89	34	11	7	3	1	0	0	842
1997	27	53	120	182	174	180	208	109	38	10	3	2	1	0	1106
1998	70	82	211	329	336	252	206	186	73	24	7	1	0	0	1776
1999	42	199	361	535	776	609	448	252	231	88	22	8	1	1	3571
2000	35	107	344	682	530	822	411	387	186	133	35	12	2	0	3685
2001	25	113	365	945	921	530	480	239	189	76	59	16	2	1	3962
2002	25	64	348	553	890	717	260	243	93	53	17	19	1	0	3283
2003	4	5	13	19	23	29	26	8	10	4	3	2	2	0	150
2004	8	18	65	181	297	359	247	155	32	28	6	4	2	1	1404
2005	7	42	160	330	357	360	307	180	103	16	10	2	0	0	1875
2006	3	110	392	552	462	204	243	185	82	46	5	6	1	1	2291
2007	6	13	42	255	325	247	102	71	38	22	12	3	2	0	1139
2008	3	33	119	169	432	297	120	52	29	20	5	2	1	0	1283

Table 9: Average weights at age (kg) for ages 3 to 16+ of removals for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, 1971-2008.

Tableau 9 : Poids moyens selon l'âge (en kg) de la morue de 3 à 16 ans et plus des prises du stock du sud du golfe du Saint-Laurent, 1971 à 2008.

AGE	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16+	Ave. 3+
1971	0.76	0.82	1.11	1.40	2.15	3.67	3.83	5.25	6.00	4.78	6.85	7.42	7.96	17.72	1.96
1972	0.36	0.56	0.91	1.33	1.52	2.55	4.82	5.97	7.13	8.08	8.85	10.25	5.65	11.23	1.16
1973	0.46	0.67	0.92	1.28	1.69	2.31	3.59	5.51	6.03	7.95	6.16	6.72	8.86	6.12	1.37
1974	0.60	0.78	1.09	1.49	1.96	2.68	2.89	4.11	5.97	7.07	8.30	6.87	9.84	12.65	1.61
1975	0.48	0.74	1.15	1.76	2.36	2.75	3.22	3.70	4.46	6.95	9.20	6.30	8.39	6.19	1.57
1976	0.46	0.78	1.11	1.54	2.19	2.84	3.23	3.79	4.62	5.09	6.19	9.87	10.45	15.05	1.45
1977	0.52	0.81	1.27	1.79	2.42	3.51	4.27	4.31	5.10	5.57	6.45	8.61	12.56	9.88	1.52
1978	0.40	0.68	1.03	1.66	2.27	2.81	4.33	4.63	6.37	6.46	6.23	5.09	11.56	10.17	1.27
1979	0.51	0.71	1.01	1.42	2.22	3.31	4.07	7.14	6.96	6.69	4.70	8.79	15.52	17.34	1.47
1980	0.58	0.69	0.92	1.22	1.50	2.78	3.08	4.00	7.83	6.01	9.98	5.81	9.13	9.35	1.30
1981	0.50	0.68	0.85	1.13	1.39	1.84	3.19	4.17	4.47	5.60	6.11	7.08	3.49	8.35	1.30
1982	0.75	0.76	0.97	1.16	1.45	1.72	2.27	3.27	4.01	4.14	6.46	6.92	4.18	11.10	1.37
1983	0.33	0.61	0.89	1.14	1.31	1.58	1.73	2.01	4.84	7.63	8.55	10.51	12.09	14.76	1.35
1984	0.45	0.65	0.79	1.09	1.38	1.61	2.07	2.27	3.05	4.93	5.66	8.61	11.74	13.23	1.50
1985	0.44	0.57	0.76	0.99	1.42	1.67	1.83	2.14	2.41	2.89	8.33	5.71	11.41	12.97	1.24
1986	0.43	0.60	0.81	1.01	1.29	1.75	1.98	1.89	2.64	2.23	3.07	4.83	15.36	13.55	1.20
1987	0.27	0.49	0.70	0.86	0.99	1.25	1.85	2.16	2.24	3.15	3.57	4.03	12.41	14.21	1.08
1988	0.40	0.60	0.77	0.92	1.04	1.13	1.29	1.90	2.23	2.72	3.52	5.67	5.92	14.32	1.12
1989	0.53	0.63	0.77	0.90	1.07	1.19	1.22	1.40	1.94	2.16	2.55	3.49	3.41	2.76	1.09
1990	0.56	0.72	0.85	1.03	1.17	1.28	1.36	1.41	1.50	1.84	2.59	3.36	2.81	7.98	1.14
1991	0.53	0.65	0.85	1.01	1.22	1.41	1.51	1.60	1.63	1.73	2.20	2.50	3.08	3.80	1.09
1992	0.55	0.65	0.81	1.00	1.22	1.45	1.61	1.85	1.88	1.91	2.27	5.52	6.58	9.88	1.05
1993	0.41	0.56	0.70	1.00	1.40	1.81	1.93	2.21	2.29	2.09	2.04	3.00	5.84	13.18	1.23
1994	0.34	0.56	0.79	1.04	1.46	1.87	2.26	2.18	2.52	2.41	2.03	2.29	2.38	13.52	1.40
1995	0.25	0.49	0.67	0.90	1.17	1.49	2.11	2.52	2.98	3.39	4.87	4.93	4.19	10.16	1.08
1996	0.36	0.47	0.81	0.99	1.37	1.68	2.07	2.64	3.29	2.88	3.59	4.82	6.03	5.40	1.32
1997	0.24	0.56	0.80	1.15	1.42	1.85	2.03	2.28	2.56	2.89	2.77	3.36	2.21	4.67	1.57
1998	0.30	0.52	0.96	1.19	1.53	1.74	1.96	2.11	2.46	3.01	2.84	3.74	5.44	3.99	1.48
1999	0.32	0.69	0.92	1.28	1.61	1.95	2.10	2.58	2.58	2.94	3.62	3.82	4.63	5.52	1.73
2000	0.30	0.56	0.88	1.18	1.46	1.81	2.10	2.15	2.32	2.53	2.94	3.63	3.83	4.68	1.64
2001	0.29	0.65	0.88	1.22	1.52	1.87	2.12	2.26	2.35	2.44	2.32	2.71	3.36	2.89	1.60
2002	0.28	0.69	0.90	1.13	1.44	1.83	2.0	2.27	2.47	2.56	2.68	2.53	4.93	4.78	1.56
2003	0.28	0.49	0.87	1.21	1.52	1.96	2.55	2.80	2.78	3.77	2.84	3.82	3.86	3.36	1.93
2004	0.33	0.56	0.84	1.08	1.40	1.72	1.91	2.26	2.65	2.49	2.62	2.93	2.80	2.75	1.65
2005	0.42	0.68	0.85	1.06	1.31	1.50	1.86	2.21	2.52	3.30	3.17	3.79	4.39	4.70	1.52
2006	0.35	0.68	0.81	0.99	1.22	1.50	1.73	2.16	2.64	3.00	3.11	3.32	2.97	4.23	1.32
2007	0.32	0.46	0.71	0.93	1.14	1.37	1.61	1.95	2.34	2.22	2.57	2.80	2.37	4.95	1.29
2008	0.25	0.60	0.76	0.95	1.15	1.37	1.77	2.08	2.33	2.27	2.67	2.90	2.14	4.21	1.27



Table 10: Number of successfully completed and attempted telephone interviews in the 2008 questionnaire, with the number of respondents identifying Atlantic cod as either their first, second or third priority species during the 2008 fishing season.

Tableau 10 : Nombre d'entrevues réalisés et tentés lors du sondage téléphonique pour le poisson de fond en 2008, ainsi que le nombre de répondants qui ont identifié la morue comme étant soit leur première, deuxième ou troisième priorité lors de la saison 2008.

Statistical District / district statistique	Questionnaire status / Résultats du sondage					Priority of cod / priorité de la morue		
	Complete/ Complet	Partial / Incomplet	Refusal / Refus	No contact / Sans contact	Unable to trace / Incapable de rejoindre	First / Première	Second / Deuxième	Third / Troisième
101	13	1		6	4	3	5	
102	5			1	1	2	2	
103	2					1		
113	1							
265	1	1			1	1		
266	19	3	4	5	4	7	1	
267	4			1	1	2		
268	2			1		2		
270	1					1		
382	2	1		3				
387	2	1		1	1			
388	16		2	6		10	2	
392	8		2	6	1	6	1	
393	8	1	1	3		7		
395	14		1	3		12	2	
396	4		1	3		4		
408	21	1		2	4	7	2	
410	12	1		2	1	9	1	2
411	16	2	1	3	2	15		
412	2			2		1	1	
413	1	2		2				
414	2							
426	18	7	3	5	2	5	8	
427	9	11		2		3	2	
428	15	3	1	4	1	4	3	
Total	198	35	16	61	23	102	30	2

Table 11: Summary comparison of the opinions of respondents regarding the abundance of cod (first priority of respondents) in each telephone survey year with their abundance in: a) 2007, b) 2003-2007 and c) during all years fished.

Tableau 11: Bilan comparatif des opinions des répondants concernant l'abondance de la morue (première priorité des répondants) pour chaque année où un sondage a été effectué à comparée à l'abondance de: a) 2007 b) 2003 à 2007 et c) toutes les années précédentes de pêche.

a)								
Year / Année	Much Lower / Beaucoup moins	Lower / Moins	Same / Autant	Higher / Plus	Much Higher / Beaucoup plus	N.O./ P.O.	N.A./ S.O.	Total Respondents / Nombre de répondants
1996	0	0	1	11	2	0	0	14
1997	0	0	0	1	1	0	0	2
1998	1	2	4	4	5	4	24	44
1999	0	4	9	45	6	1	38	103
2000	1	10	28	40	12	3	26	120
2001	6	22	49	31	12	4	4	128
2002	7	15	47	35	3	1	5	113
2003	No telephone survey / Aucun sondage téléphonique							
2004	5	10	43	58	13	9	4	142
2005	6	21	51	42	2	5	11	138
2006	20	50	37	23	2	1	5	138
2007	3	22	40	20	2	2	5	94
2008	2	16	39	29	3	4	9	102

b)								
Year / Année	Much Lower / Beaucoup moins	Lower / Moins	Same / Autant	Higher / Plus	Much Higher / Beaucoup plus	N.O./ P.O.	N.A./ S.O.	Total Respondents / Nombre de répondants
1996	1	0	1	7	5	0	0	14
1997	0	0	0	1	1	0	0	2
1998	0	1	1	7	4	7	24	44
1999	0	7	7	53	15	0	21	103
2000	4	6	16	53	11	5	25	120
2001	7	15	28	50	12	7	9	128
2002	8	19	25	40	9	3	9	113
2003	No telephone survey / Aucun sondage téléphonique							
2004	8	8	36	57	14	15	4	142
2005	4	20	48	50	2	7	7	138
2006	27	50	37	17	2	1	4	138
2007	3	29	29	26	1	3	3	94
2008	5	19	39	28	2	4	5	102

c)								
Year / Année	Much Lower / Beaucoup moins	Lower / Moins	Same / Autant	Higher / Plus	Much Higher / Beaucoup plus	N.O./ P.O.	N.A./ S.O.	Total Respondents / Nombre de répondants
1996	2	3	3	4	2	0	0	14
1997	0	0	0	1	1	0	0	2
1998	7	4	6	19	4	2	2	44
1999	2	15	25	44	14	1	2	103
2000	8	24	16	45	12	3	12	120
2001	15	31	25	27	14	9	7	128
2002	18	15	20	36	7	11	6	113
2003	No telephone survey / Aucun sondage téléphonique							
2004	6	18	38	54	13	8	5	142
2005	14	27	30	40	8	13	6	138
2006	32	47	31	12	2	8	6	138
2007	5	42	25	14		5	3	94
2008	6	31	31	19	2	7	6	102

Table 12: Mean numbers per tow at age of southern Gulf of St. Lawrence cod from the annual research vessel surveys, 1971-2008. Notes: a: includes set 127, a large set where approximately 6,600 age 1-3 cod were caught. This set is considered anomalous and has not been included in the index (see Sinclair et al. 1997); b: two large sets (47 and 48) are included; and c: incomplete survey, missing and strata sampled with only one set were estimated from August 2003 sentinel survey (see text for details).

Tableau 12 : Nombre moyen par trait selon l'âge de morues du sud du golfe du Saint-Laurent suivant les relevés annuels par navire de recherche (NR), 1971 à 2008. Notes : a : inclue le trait 127, un très grand trait représentant environ 6 600 morues de 1 à 3 ans qui ont été capturées. Ce trait est considéré comme un trait anormal et n'a pas été inclus dans l'indice. (Voir Sinclair et autres, 1997); b : 2 grands traits (47 et 48) sont inclus et c : relevé incomplet, strates manquantes et celles échantillonnées avec un trait seulement ont été estimées à partir du relevé sentinelle d'août 2003 (voir le texte pour détails).

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16+	0+	3+	5+
1971		0.1	0.7	8.7	8.8	7.9	6.1	4.0	1.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	39.2	38.3	20.8
1972		0.5	3.6	7.8	18.0	6.8	5.8	4.0	2.4	0.5	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	50.7	46.6	20.7
1973	0.0	0.1	6.2	12.2	5.8	9.2	4.3	3.1	2.3	1.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.2	45.8	39.4	21.4
1974		0.1	3.6	14.5	11.0	4.7	5.7	2.1	1.4	1.5	0.5	0.2	0.1	0.2		0.0	0.1	45.8	42.1	16.6
1975		0.5	8.2	6.3	9.2	7.2	2.5	1.7	1.1	0.5	0.4	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	38.3	29.5	14.0
1976		4.3	9.9	38.4	9.9	7.4	3.4	0.9	0.6	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	75.9	61.8	13.5
1977	0.0	1.0	30.3	26.6	19.0	7.1	3.7	1.9	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3		0.1	0.1	92.7	61.3	15.8
1978		1.2	9.3	54.7	40.9	19.7	5.5	3.2	1.0	0.4	0.5	0.6	0.1		0.2	0.1	0.0	137.5	127.0	31.4
1979	0.2	0.2	32.5	31.8	65.0	39.2	16.0	4.1	1.7	0.8	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	192.5	159.6	62.7
1980	0.3	1.4	6.7	41.1	30.5	53.5	26.4	9.5	1.6	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	172.6	164.1	92.5
1981	0.3	5.3	21.9	21.9	67.2	56.5	55.5	23.4	12.7	1.8	0.7	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	268.2	240.7	151.6
1982	0.3	4.7	38.4	23.2	27.5	31.9	50.8	26.5	12.8	4.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0		0.0	221.2	177.8	127.0
1983	0.0	7.6	24.8	53.3	48.0	26.1	18.6	16.0	10.6	5.0	3.3	0.8	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0	215.0	182.6	81.2
1984		1.9	11.4	16.7	37.1	49.2	17.6	9.9	10.3	4.7	2.1	0.8	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	162.0	148.7	94.8
1985	4.3	9.7	15.6	38.9	42.0	68.0	70.3	15.6	6.5	4.5	2.1	1.5	0.4	0.2			0.1	279.5	249.8	169.0
1986	2.1	7.1	24.7	35.3	36.9	37.1	44.3	32.0	9.5	2.0	2.8	1.1	0.8	0.2	0.1		0.1	236.1	202.2	130.0
1987	0.4	0.8	12.7	25.0	23.1	31.7	23.9	31.0	11.1	2.5	1.8	0.7	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	165.8	151.7	103.6
1988	1.7	3.9	19.0	70.0	64.6	51.3	35.9	19.4	20.9	12.2	2.4	0.5	0.3	0.3	0.1	0.1	0.0	302.5	277.9	143.3
1989	0.3	12.8	27.0	34.6	32.5	29.5	30.9	17.0	10.8	10.6	7.0	1.3	0.4	0.2	0.2	0.0	0.1	215.3	175.3	108.2
1990	0.2	2.1	6.6	35.4	26.4	19.3	13.6	9.4	5.3	3.1	3.6	1.7	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	127.3	118.4	56.6
1991	1.5	2.7	7.7	15.9	33.2	26.4	10.2	5.8	4.0	1.7	1.1	1.1	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	112.0	100.0	50.9
1992	0.6	1.9	4.7	9.8	13.8	12.2	6.6	2.6	1.2	0.7	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0		0.0	54.8	47.6	24.0
1993	0.7	0.6	6.5	9.2	14.0	16.4	10.8	4.9	1.6	0.7	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	66.1	58.3	35.1
1994	1.3	0.7	1.8	7.6	9.1	9.7	12.0	7.8	2.8	1.1	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0		0.0	54.7	51.0	34.3
1995	8.3	1.1	4.2	5.9	10.2	10.1	8.0	10.4	4.8	1.8	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	65.8	52.3	36.2
1995a	8.1	13.6	16.9	13.4	11.1	10.2	7.9	10.2	4.6	1.8	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0		98.9	60.3	35.8
1996	0.8	2.7	2.2	7.2	12.5	11.0	9.7	7.4	8.1	3.8	1.1	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	67.1	61.4	41.8
1997	2.5	2.4	4.7	5.5	6.2	10.4	7.0	5.0	3.4	3.8	1.4	0.4	0.1	0.0	0.0		0.0	52.9	43.3	31.6
1998	0.4	3.1	5.2	7.9	7.4	5.9	7.6	4.9	3.3	2.8	2.5	0.8	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	52.1	43.3	28.0
1999	4.6	2.1	6.4	8.7	12.9	12.2	5.5	6.6	3.7	3.4	1.3	1.7	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	69.8	56.7	35.1
2000	0.4	1.1	2.5	6.9	9.3	9.9	8.2	3.3	4.0	1.5	1.1	0.8	0.4	0.2	0.0	0.0		49.7	45.8	29.6
2001	8.9	71.1	2.0	4.4	7.8	8.8	7.6	5.0	2.4	1.5	0.9	0.5	0.2	0.1	0.0		0.0	121.2	39.2	27.1
2002b	0.6	6.8	2.8	4.8	15.4	21.1	14.5	9.2	5.6	1.3	1.1	0.6	0.2	0.2	0.1			84.3	74.1	53.9
2003c	0.4	3.3	2.4	3.0	2.6	2.6	2.7	3.1	2.5	1.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0		24.3	18.2	12.7
2004	1.9	0.7	11.4	12.9	11.7	9.4	5.5	5.7	4.4	2.4	1.4	0.2	0.3	0.0	0.0		0.0	68.1	54.2	29.5
2005	1.2	2.0	1.0	6.3	9.9	6.8	3.1	1.2	1.0	0.7	0.4	0.3	0.1	0.0		0.0		34.1	29.9	13.7
2006	1.4	0.3	2.7	2.7	6.1	12.3	7.1	3.0	0.8	0.8	0.4	0.2	0.2	0.0				37.9	33.4	24.6
2007	0.6	2.6	1.6	4.1	5.7	4.8	7.4	4.1	1.5	0.5	0.4	0.1	0.1	0.0		0.0	0.0	33.6	28.8	18.9
2008	1.7	1.2	1.9	3.7	2.5	5.7	3.2	7.2	4.4	1.8	0.5	0.3	0.0	0.0				34.0	29.2	23.0

Table 13: Mean weight (kg) at age of southern Gulf cod from research vessel surveys, 1960-2008. Data from 1960 to 1970 are from non stratified-random surveys.

Tableau 13 : Poids moyens (en kg) selon l'âge des morues du sud du golfe dans les relevés par navire de recherche, 1960 à 2008. Les données de 1960 à 1970 proviennent de relevés qui n'adhéraient pas à un schéma d'échantillonnage aléatoire stratifié.

Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1960			0.35	0.67	1.12	1.72	2.00	2.77	3.57	3.25	3.71	3.31	4.29	12.85	5.98
1961			0.31	0.55	0.90	1.36	2.08	2.75	3.41	4.83	6.51	6.87	7.56	9.01	14.86
1962			0.36	0.65	0.93	1.33	1.96	2.86	5.64	7.22	7.90	11.03		14.86	
1963			0.38	0.61	0.92	1.09	1.46	2.00	2.79	4.91	2.99	8.15	9.04	5.98	
1964			0.40	0.58	0.91	1.20	1.35	1.95	2.55	4.28	6.71	8.99		4.53	
1965			0.40	0.69	1.18	1.24	1.66	2.01	2.52	2.88	4.93		8.31		9.38
1966			0.39	0.79	1.29	1.58	1.91	2.26	2.43	3.36	4.75	6.53	7.82	9.95	
1967			0.45	0.70	1.45	1.88	2.38	2.46	2.86	4.14	4.62	6.17	8.00	10.19	11.18
1968			0.41	0.79	1.34	1.88	2.64	3.85	2.58	3.08	3.90	5.61	6.41	10.22	10.60
1969			0.44	0.85	1.40	1.96	2.63	3.51	4.23	2.84	7.19	6.73	6.82	7.04	10.77
1970			0.42	0.75	1.22	1.73	2.49	3.30	4.44	4.77	3.70	4.25	5.29	4.96	8.62
1971	0.03	0.12	0.41	0.75	1.15	1.42	2.00	3.03	4.59	5.49	6.31	4.43	3.56	4.26	6.61
1972	0.05	0.15	0.39	0.73	1.22	1.55	1.95	2.72	3.92	4.61	6.00	6.30	5.08	10.77	6.13
1973	0.03	0.17	0.34	0.75	1.18	1.56	1.94	2.39	2.84	4.97	5.29	8.78	3.58	2.98	4.89
1974	0.04	0.21	0.46	0.74	1.20	1.67	2.13	2.31	2.42	3.51	4.39	5.66	11.03		4.31
1975	0.04	0.09	0.30	0.74	1.20	1.80	2.39	2.87	3.22	4.29	4.81	5.99	10.04	11.35	13.88
1976	0.05	0.15	0.26	0.73	1.32	1.87	2.50	3.04	3.06	4.07	5.31	4.41	6.97	4.90	3.37
1977	0.05	0.13	0.34	0.66	1.35	1.95	2.70	4.33	3.88	5.38	4.92	5.87	8.75		14.96
1978	0.03	0.16	0.33	0.74	1.22	2.06	2.49	3.63	5.40	6.57	9.46	9.03		7.37	10.47
1979	0.02	0.11	0.26	0.59	0.97	1.48	2.18	2.81	3.65	6.94	7.37	6.41	11.97	4.84	13.29
1980	0.03	0.12	0.35	0.61	0.94	1.24	1.64	3.05	3.79	4.61	5.16	6.45	9.35	10.22	7.77
1981	0.03	0.08	0.30	0.65	0.87	1.18	1.42	1.78	3.09	3.89	4.58	7.67	11.49	9.52	11.67
1982	0.06	0.17	0.28	0.60	0.94	1.13	1.43	1.67	2.18	4.03	5.77	9.91	7.61	13.10	
1983	0.04	0.13	0.26	0.43	0.74	1.17	1.29	1.54	1.97	1.97	4.60	5.94	12.38	3.94	9.41
1984	0.07	0.13	0.27	0.42	0.60	1.00	1.37	1.45	1.92	2.21	3.45	11.59	7.44	11.59	7.44
1985	0.03	0.13	0.32	0.50	0.69	0.83	1.14	1.72	1.70	1.92	2.65	5.90	12.66		
1986	0.05	0.14	0.27	0.51	0.65	0.81	1.04	1.32	2.29	1.79	2.73	3.56	6.65	11.55	
1987	0.06	0.12	0.25	0.42	0.65	0.79	0.93	1.13	1.49	1.79	2.36	2.18	4.45	6.77	15.66
1988	0.05	0.16	0.30	0.47	0.66	0.85	0.94	1.06	1.27	2.40	2.48	3.62	3.97	13.91	15.32
1989	0.05	0.13	0.28	0.49	0.70	0.89	1.06	1.11	1.17	1.29	2.03	3.59	5.16	6.94	7.66
1990	0.05	0.18	0.33	0.54	0.76	0.96	1.14	1.24	1.27	1.35	1.44	2.34	6.47	8.74	5.66
1991	0.05	0.15	0.27	0.48	0.69	0.93	1.08	1.24	1.40	1.36	1.37	1.68	3.88	7.91	18.61
1992	0.04	0.17	0.30	0.43	0.72	0.93	1.10	1.25	1.49	1.89	1.98	1.41	1.43	1.62	
1993	0.05	0.14	0.30	0.45	0.64	0.91	1.06	1.26	1.41	2.21	1.49	2.47	1.53	5.23	8.81
1994	0.04	0.14	0.31	0.46	0.66	0.83	1.12	1.34	1.49	1.58	2.42	2.83	1.96	1.83	
1995	0.06	0.14	0.25	0.50	0.67	0.84	1.03	1.25	1.60	2.33	2.54	3.36	3.60	6.62	8.59
1996	0.03	0.19	0.34	0.45	0.77	0.93	1.11	1.29	1.58	2.36	2.59	4.33	3.54	1.76	4.19
1997	0.03	0.13	0.22	0.56	0.77	1.09	1.28	1.55	1.63	1.97	2.25	2.34	3.02	2.97	
1998	0.04	0.13	0.30	0.45	0.79	1.05	1.36	1.49	1.76	1.83	2.32	2.39	3.09	3.47	3.55
1999	0.04	0.15	0.28	0.49	0.74	0.99	1.25	1.53	1.61	1.77	1.69	1.90	2.57	3.54	2.21
2000	0.06	0.15	0.32	0.47	0.79	1.03	1.30	1.48	1.78	1.61	1.74	2.05	2.84	3.17	3.17
2001	0.03	0.10	0.32	0.54	0.78	1.05	1.34	1.56	1.89	2.05	2.13	2.31	3.30	3.21	
2002	0.02	0.11	0.27	0.48	0.67	0.89	1.13	1.43	1.55	1.91	2.12	3.07	2.24	3.09	
2003	0.03	0.12	0.26	0.41	0.78	1.07	1.25	1.49	1.79	1.97	1.98	2.46	2.22	3.05	4.13
2004	0.06	0.12	0.21	0.37	0.67	0.96	1.23	1.52	1.69	2.09	2.37	2.36	3.90	4.19	
2005	0.03	0.14	0.30	0.37	0.60	0.88	1.18	1.42	1.63	1.93	2.03	2.97	2.01		
2006	0.04	0.16	0.24	0.53	0.65	0.88	1.12	1.41	1.58	1.94	1.91	2.29	1.90		
2007	0.03	0.08	0.33	0.47	0.71	0.89	1.06	1.27	1.51	1.65	2.27	2.81	1.78		3.62
2008	0.02	0.09	0.21	0.43	0.61	0.86	1.04	1.31	1.46	1.71	1.74	3.38	1.91		



Table 14: Mean lengths (cm) at age of southern Gulf cod from September research vessel (RV) surveys, 1971-2008.

Tableau 14 : Longueurs moyennes (en cm) selon l'âge des morues du sud du golfe dans les relevés par navire de recherche de septembre (NR), 1971 à 2008.

Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1971	14.5	22.9	35.2	43.0	49.5	53.1	59.5	67.8	77.8	82.6	86.0	74.4	73.0	75.7	87.6
1972	17.0	24.8	34.4	42.2	50.0	53.9	57.7	64.1	71.8	75.9	82.0	82.3	77.7	101.0	85.0
1973	14.3	26.4	33.3	43.1	49.8	54.4	58.3	62.0	65.2	77.9	79.5	94.0	70.7	66.4	79.0
1974	16.9	28.2	36.2	42.5	49.6	55.4	59.7	61.2	62.0	70.0	73.4	81.0	102.2		76.0
1975	15.8	19.7	30.5	41.6	48.9	56.1	61.5	65.4	67.8	73.4	77.4	82.4	100.3	104.7	112.0
1976	17.2	25.2	30.3	42.3	51.4	57.4	62.9	66.7	66.5	73.5	79.6	74.7	85.0	79.0	70.0
1977	17.1	24.0	32.7	41.0	52.1	58.6	65.2	75.9	73.1	81.1	78.9	83.0	92.1		114.7
1978	15.9	26.6	33.5	42.9	50.2	59.2	62.2	70.1	80.1	84.6	93.3	92.8		87.7	93.8
1979	15.2	24.8	31.9	41.1	47.8	54.1	60.4	65.2	70.8	86.1	87.3	83.4	101.7	74.0	105.1
1980	14.5	22.9	33.5	40.4	46.6	51.0	55.6	67.9	73.0	77.8	81.6	88.0	99.5	102.4	94.0
1981	15.2	19.7	31.7	41.4	45.6	50.5	53.6	57.5	68.8	74.3	77.1	93.6	108.0	100.8	103.8
1982	18.1	26.1	31.0	39.8	46.4	49.2	53.2	55.8	60.7	73.8	84.5	101.6	92.3	112.0	
1983	16.8	25.5	31.9	37.0	44.3	51.3	52.5	55.9	59.4	59.4	71.9	82.9	105.1	76.0	100.0
1984	20.6	25.1	31.8	36.8	41.1	48.2	53.1	53.9	58.9	60.8	69.2	104.4	91.0	104.4	91.0
1985	15.6	24.5	33.2	38.2	42.3	45.1	49.6	56.1	56.2	58.4	63.2	83.6	107.8		
1986	17.2	24.7	30.4	37.9	40.9	44.0	47.5	51.0	59.8	56.1	63.1	68.7	83.1	102.7	
1987	19.3	24.9	31.1	36.8	42.2	44.9	47.3	49.9	53.6	56.9	59.8	59.1	70.7	79.8	115.1
1988	17.9	26.0	32.0	37.1	41.6	45.2	46.7	48.5	51.1	59.9	63.1	65.7	69.5	110.8	114.8
1989	18.0	24.2	31.2	37.6	42.2	45.7	48.3	49.0	49.9	51.6	57.6	65.5	76.1	81.8	82.8
1990	16.9	26.9	32.9	38.5	43.2	46.6	49.1	50.5	51.1	51.9	52.9	59.6	83.3	88.5	79.2
1991	17.3	25.1	30.6	37.4	42.1	46.4	48.6	50.7	52.5	52.0	52.3	55.2	68.8	91.4	124.2
1992	16.5	26.6	32.0	35.8	42.6	46.5	49.0	50.9	53.7	56.1	58.1	53.1	53.6	56.0	
1993	16.8	24.9	32.0	36.9	41.3	46.3	48.6	51.4	52.5	59.5	54.1	61.4	55.0	77.6	94.0
1994	15.8	24.5	32.5	36.6	41.4	44.6	49.1	52.0	53.6	54.4	60.9	66.0	59.5	58.1	
1995	18.6	24.9	29.9	38.0	41.9	44.9	47.9	51.0	54.5	60.7	62.1	68.1	70.6	85.8	95.8
1996	15.4	27.8	33.4	36.5	43.5	46.3	48.7	50.9	54.2	60.1	62.7	72.8	67.9	57.0	75.0
1997	14.5	24.5	29.1	39.4	43.7	48.8	51.1	53.7	54.6	57.6	59.7	60.7	67.4	67.5	
1998	15.9	24.2	31.8	36.4	44.1	48.0	52.3	53.6	56.0	56.8	61.6	62.1	66.7	67.8	72.0
1999	16.7	25.5	31.4	37.6	43.1	47.5	51.0	54.3	55.1	56.8	56.3	58.5	62.8	69.6	62.0
2000	18.3	25.2	32.7	37.3	44.2	48.2	51.9	54.1	57.2	55.6	56.3	59.6	65.5	70.0	70.0
2001	14.3	20.8	32.6	38.7	43.8	48.0	51.9	54.2	57.5	58.9	60.0	61.8	68.7	67.4	
2002	13.6	22.9	30.8	37.4	41.5	45.7	49.3	52.8	54.4	57.7	59.8	67.0	60.5	67.5	
2003	15.1	24.0	30.6	35.8	43.8	48.5	51.0	53.7	56.8	58.3	58.8	62.0	61.0	66.4	75.0
2004	19.2	23.9	28.2	34.2	41.4	46.6	50.4	53.8	55.6	59.2	61.9	62.0	73.4	75.1	
2005	15.4	24.9	31.9	34.1	40.1	45.3	49.8	52.8	55.0	58.0	58.5	65.6	59.2		
2006	16.6	26.4	29.9	39.0	41.6	45.9	49.6	53.3	55.2	58.9	58.6	61.8	59.0		
2007	15.0	20.6	33.4	37.2	43.0	46.0	48.7	51.5	54.4	56.0	61.8	64.9	58.0		73.0
2008	12.6	21.9	28.9	36.8	41.0	45.7	48.3	51.7	53.4	55.6	56.8	70.5	59.0		

Table 15: Summary statistics of the generalized linear model analysis of cod catches (kg/tow) by the vessels used in the August sentinel trawl survey. Only parameter estimates for vessel differences are presented.

Tableau 15 : Résumé statistique de l'analyse des prises (kg/trait) de morue par les navires qui ont effectué le relevé sentinelle au chalut du mois d'août par modèle linéaire généralisé. Seuls les paramètres sur l'efficacité des navires sont présentés.

a) Analysis of deviance results :

LR Statistics For Type 1 Analysis							
Source	Deviance	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F	Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	116260.628						
year	113315.430	5	1322	10.53	<.0001	52.63	<.0001
STRAT	77437.0597	25	1322	25.65	<.0001	641.13	<.0001
cfvn	73980.8451	6	1322	10.29	<.0001	61.76	<.0001

LR Statistics For Type 3 Analysis							
Source	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F	Chi-Square	Pr > ChiSq	
year	5	1322	6.56	<.0001	32.82	<.0001	
STRAT	25	1322	25.31	<.0001	632.64	<.0001	
cfvn	6	1322	10.29	<.0001	61.76	<.0001	

b) Parameter estimates:

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald 95% Confidence Limits		Chi-Square	Pr > ChiSq
cfvn 5688	1	-0.3675	0.1551	-0.6716	-0.0635	5.61	0.0178
cfvn 11870	1	0.3563	0.1471	0.0681	0.6446	5.87	0.0154
cfvn 11873	1	0.0810	0.1877	-0.2868	0.4488	0.19	0.6660
cfvn 17354	1	0.4849	0.1388	0.2128	0.7570	12.20	0.0005
cfvn 17790	1	0.0430	0.1102	-0.1729	0.2590	0.15	0.6960
cfvn 64796	1	-0.8756	0.2657	-1.3963	-0.3549	10.86	0.0010
cfvn 151347	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.

c) Pairwise comparisons:

Vessel	5688	11870	11873	17354	17790	64796	151347
5688		X	x	X	x		x
11870					x	X	x
11873				x		x	
17354					x	X	X
17790						X	
64796							X
151347							

x: differ at  $P < 0.05$ , X: differ at  $P < 0.001$

Table 16: Mean number per tow, average weight (kg) and average length (cm) by age for cod in the August sentinel trawl surveys conducted in the southern Gulf of St. Lawrence from 2003 to 2008. Abundance estimates are adjusted for vessel differences. Results for 2008 are shown with and without (2008b) set 392.

Tableau 16 : Nombre moyen par trait, poids moyen (kg) et longueur moyenne (cm) selon l'âge pour la morue dans les relevés sentinelles au chalut effectués dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 2003 à 2008. L'abondance estimée a été ajustée pour refléter les différences entre les bateaux. Les résultats de 2008 sont présentés avec et sans (2008b) le trait 392.

1) mean numbers per tow / nombre moyen par trait

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	Total
2003		3.31	12.95	14.38	13.00	9.34	7.03	6.47	4.60	2.25	0.57	0.70	0.17	0.21	0.12	0.04	75.1
2004	0.04	0.45	12.52	16.97	16.85	12.20	4.60	4.14	2.89	1.61	1.00	0.24	0.17	0.03	0.06		73.8
2005	0.04	0.78	0.83	7.69	14.17	10.15	4.78	2.01	1.40	0.70	0.51	0.37	0.07	0.03	0.01	0.01	43.5
2006		0.30	3.75	3.15	5.46	9.44	5.97	2.94	0.80	0.45	0.25	0.15	0.10		0.01	0.02	32.8
2007		0.39	1.76	11.29	11.90	7.23	7.10	2.85	1.36	0.57	0.40	0.12	0.01	0.01			45.0
2008	0.05	0.65	4.01	8.36	6.73	9.82	3.63	5.59	3.04	1.22	0.52	0.67	0.22				44.5
2008b	0.05	0.65	4.02	8.37	6.69	9.62	3.44	4.76	1.74	0.76	0.19	0.14	0.10				40.5

2) average weight (kg) / poids moyen (kg)

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	Ave/ Moy
2003		0.05	0.11	0.27	0.41	0.72	0.99	1.18	1.45	1.87	1.90	1.99	2.27	2.43	2.80	4.08	0.62
2004	0.00	0.05	0.10	0.21	0.36	0.58	0.89	1.09	1.45	1.67	1.80	1.78	1.79	2.08	1.85		0.49
2005	0.00	0.04	0.13	0.28	0.35	0.57	0.84	1.15	1.35	1.56	1.95	2.42	2.32	2.48	3.52	2.30	0.56
2006		0.08	0.12	0.21	0.48	0.60	0.79	1.05	1.35	1.47	1.92	1.92	2.19		3.26	2.34	0.61
2007		0.02	0.12	0.30	0.41	0.68	0.87	1.08	1.30	1.62	1.85	2.38	2.41	3.40			0.59
2008	0.00	0.04	0.10	0.20	0.42	0.60	0.83	1.07	1.78	1.74	2.59	3.52	2.44				0.71
2008b	0.00	0.04	0.10	0.20	0.42	0.60	0.82	1.00	1.37	1.40	1.77	1.95	1.68				0.55

3) average length (cm) / taille moyenne (cm)

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	Ave/ Moy
2003		18.1	23.4	31.1	35.6	42.8	47.2	50.0	53.4	57.3	57.8	59.1	60.7	62.7	64.7	74.6	37.42
2004	7.0	17.7	22.0	28.2	33.7	39.9	46.0	49.0	53.7	55.8	57.3	57.0	57.6	60.9	58.6		34.73
2005	6.6	16.6	24.4	31.2	33.6	39.4	44.6	49.3	51.9	54.4	58.1	61.6	61.6	63.5	71.0	62.0	37.49
2006		20.9	24.3	28.8	37.9	40.5	44.3	48.5	52.3	54.0	58.4	58.5	60.9		70.0	63.0	39.07
2007		13.6	23.6	32.3	35.8	42.2	45.7	48.9	51.8	55.5	57.5	63.3	64.0	71.5			38.67
2008	8.1	16.7	23.4	28.7	36.3	40.8	45.1	48.7	56.6	56.1	63.3	69.7	61.7				39.53
2008b	8.1	16.7	23.4	28.7	36.3	40.7	44.9	47.8	52.4	52.9	57.0	58.3	55.8				37.45

Table 17: Ability of the August sentinel trawl survey to track year-classes of cod: correlation ( $R^2$ ) along year-classes between catch rates at adjacent ages,

Tableau 17 : Capacité du relevé sentinelle au chalut de suivre les classes d'âges de la morue : corrélation ( $R^2$ ) le long des classes d'âges entre les taux de captures aux âges adjacents.

ages	2003-2007, all sets	2003-2008, all sets	2003,2008, no set 392
2,3	0.44	0.37	0.53
3,4	0.18	0.21	0.41
4,5	0.51	0.45	0.45
5,6	0.01	0.09	0.11
6,7	0.60	0.76	0.83
7,8	0.97	0.30	0.83
8,9	0.30	0.49	0.79
9,10	0.81	0.69	0.82
10,11	0.94	0.02	0.93
11,12	0.91	0.09	0.64
<i>n</i>	4	5	5



Table 18: General linear model statistics for the standardization of longline sentinel catch rates from 1995 to 2008.

Tableau 18 : Statistiques de l'ajustement du modèle linéaire pour la standardisation des taux de capture des relevés sentinelles par palangre de 1995 à 2008.

Factor	Levels	Values
year	14	1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008
month	4	7 8 9 10
site	44	17 19 22 23 24 25 28 29 30 31 34 35 40 45 50 51 52 53 60 61 65 68 71 72 75 76 85 89 97 98 103 104 109 110 113 114 115 116 121 122 123 124 125 126

Number of Observations: 1249

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	59	3098.562511	52.518009	45.13	<.0001
Error	1189	1383.659433	1.163717		
Corrected Total	1248	4482.221944			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	cat_eff Mean
0.691301	26.15645	1.078757	4.124249

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
year	13	101.332787	7.794830	6.70	<.0001
month	3	211.841127	70.613709	60.68	<.0001
site	43	2785.388596	64.776479	55.66	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
year	13	233.230953	17.940843	15.42	<.0001
month	3	33.404534	11.134845	9.57	<.0001
site	43	2785.388596	64.776479	55.66	<.0001

	cat_eff LSMEAN
year	
1995	3.79065341
1996	4.10682462
1997	4.54581191
1998	3.83912466
1999	3.91695081
2000	4.26113734
2001	3.83197759
2002	3.82374906
2003	3.75225054
2004	3.98110420
2005	3.53415398
2006	3.22105260
2007	3.00654941
2008	2.83277511

Table 19: Standardized sentinel survey abundance indices by age for southern Gulf of St. Lawrence cod, 1995-2008.

Tableau 19 : Indices du relevé par pêche sentinelle selon l'âge pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent, 1995-2008.

Longline - (numbers per 1000 hooks)

Palangre - (nombre par 1 000 hameçons)

Year Année	Age									Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	3-11
1995	0.20	1.41	3.40	4.99	12.49	8.92	5.03	1.89	1.08	39.40
1996	0.39	1.74	6.93	10.17	8.48	14.63	10.47	4.15	1.99	58.94
1997	0.21	2.52	7.59	12.46	17.12	16.93	22.08	11.78	3.78	94.48
1998	0.40	1.33	3.54	7.46	7.49	6.26	5.33	6.70	3.30	41.82
1999	0.25	2.22	5.78	5.69	11.62	8.19	7.34	4.99	2.73	48.81
2000	0.34	1.65	6.72	10.45	9.95	16.58	7.45	5.79	6.02	64.95
2001	0.23	1.13	3.82	5.75	11.10	7.55	5.30	3.16	2.28	40.34
2002	0.52	1.89	5.87	7.36	10.63	9.49	4.04	2.40	1.27	43.46
2003	0.09	1.03	4.49	6.67	7.62	8.36	6.18	2.42	2.35	39.21
2004	0.27	1.59	6.39	8.06	10.31	9.79	10.35	5.27	1.21	53.24
2005	0.07	0.39	2.11	4.50	6.30	6.58	5.94	3.50	2.39	31.80
2006	0.08	0.74	2.91	4.28	4.74	4.11	3.97	2.39	1.67	24.88
2007	0.04	0.55	1.37	4.33	5.08	4.17	1.81	2.07	1.21	20.63
2008	0.01	0.20	1.58	2.80	4.58	3.50	2.25	1.39	0.60	16.91

Table 20: Summary statistics of the multiplicative analysis of research vessel and sentinel surveys (historical lined seine and trawl surveys and August trawl survey) catch rate at age for year-class strength of southern Gulf of St. Lawrence cod, 1971-2008.

Tableau 20 : Statistiques sommaires de l'analyse multiplicative des taux de prises selon l'âge du relevé par navire de recherche et des relevés par pêche sentinelle (relevés historiques des sennes et chalutiers avec doublure et relevé du mois d'août au chalut) pour l'abondance relative des classes de morue du sud du golfe du Saint-Laurent, 1971 à 2008.

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	45	114.8275860	2.5517241	9.51	<.0001
Error	74	19.8654521	0.2684521		
Corrected Total	119	134.6930382			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Mean
0.852513	25.87926	0.518124	2.002080

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
age	1	24.50894423	24.50894423	91.30	<.0001
yc	38	81.86214227	2.15426690	8.02	<.0001
survey	3	4.49596250	1.49865417	5.58	0.0017
age*survey	3	3.96053704	1.32017901	4.92	0.0036

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
age	1	19.14327936	19.14327936	71.31	<.0001
yc	38	75.60905471	1.98971197	7.41	<.0001
survey	3	4.46175359	1.48725120	5.54	0.0017
age*survey	3	3.96053704	1.32017901	4.92	0.0036

Table 21a: Parameter estimates for ADAPT Model 1 (M=0.2 from 1971 to 1979; M=0.4 from 1994 to 1997, M estimated in 1980-1986, 1987-1993, 1998-2002, and 2003-2008). Codes: (Pop 2009 = population estimates at the beginning of the year 2009; RV = research vessel index; CPUE = otter trawl catch rate index; Longline = longline sentinel survey index; SNU\_1 = seine (lined) sentinel survey index; SNU\_0 = seine (unlined) sentinel survey index; OTB\_1 = otter trawl (lined) sentinel survey index; OTB\_0 = otter trawl (unlined) sentinel survey index; GNS= gillnet sentinel survey index).

Tableau 21a: Estimations de paramètres établis à partir de la formulation ADAPT, Modèle 1 (M=0.2 de 1971 à 1979; M=0.4 de 1994 à 1997, M estimé en 1980-1986, 1987-1993, 1998-2002, et 2003-2008). Codes : (Pop 2009 = estimations de la population au début de l'année 2009; RV = indice de NR; CPUE (PUE) = indice du taux de prise au chalut à panneaux ; palangre = indice de relevé par pêche sentinelle à la palangre; SNU\_1 = indice de relevé par pêche sentinelle à la senne (doublée); SNU\_0 = indice de relevé par pêche sentinelle à la senne (non doublée); OTB\_1 = indice de relevé par pêche sentinelle au chalut à panneaux (doublé); OTB\_0 = indice de relevé par pêche sentinelle au chalut à panneaux (non doublé); GNS indice de relevé sentinelle au filet maillant).

Approximate statistics assuming linearity near solution / Statistiques approximatives

Orthogonality offset / = 0.002804

Mean Square Residual / Carré moyen des résidus= 0.257

Parameters in linear scale (bootstrap, k =1000) / Échelle linéaire (méthode d'auto-amorçage, k =1000)

Parameter	Age	Estimate	Standard Error	Relative Error	Bias	Relative Bias
Pop 2002	15	359	68	0.189	4	0.012
Pop 2003	15	399	84	0.209	8	0.019
Pop 2004	15	130	29	0.222	2	0.012
Pop 2005	15	112	25	0.221	2	0.019
Pop 2006	15	103	20	0.189	1	0.012
Pop 2007	15	93	20	0.213	1	0.012
Pop 2008	15	68	14	0.208	2	0.025
Pop 2009	3	35620	14656	0.411	2649	0.074
Pop 2009	4	16359	4545	0.278	775	0.047
Pop 2009	5	12053	2772	0.230	218	0.018
Pop 2009	6	5375	1018	0.189	76	0.014
Pop 2009	7	5247	869	0.166	99	0.019
Pop 2009	8	4900	812	0.166	115	0.023
Pop 2009	9	2022	332	0.164	33	0.016
Pop 2009	10	842	148	0.176	13	0.015
Pop 2009	11	420	71	0.169	5	0.012
Pop 2009	12	307	56	0.184	4	0.015
Pop 2009	13	187	41	0.218	3	0.017
Pop 2009	14	114	26	0.227	2	0.020
Pop 2009	15	74	18	0.250	1	0.015
M 1980-1986	all	0.300	0.030	0.101	0.000	0.000
M 1987-1993	all	0.484	0.035	0.072	0.001	0.003
M 1998-2002	all	0.514	0.027	0.052	0.001	0.001
M 2003-2008	all	0.583	0.024	0.042	0.000	0.000
RV	2	0.099	0.013	0.129	0.001	0.009
RV	3	0.299	0.033	0.109	0.001	0.002
RV	4	0.532	0.055	0.103	0.003	0.006
RV	5	0.795	0.078	0.098	0.004	0.005
RV	6	0.948	0.089	0.094	0.005	0.005
RV	7	1.062	0.093	0.087	0.000	0.000
RV	8	1.159	0.101	0.087	0.003	0.002
RV	9	1.169	0.106	0.091	0.005	0.004
RV	10	1.327	0.117	0.088	0.005	0.004

Table 21a: continued  
Tableau 21a : suite

CPUE	5	0.00056	0.00016	0.287	0.00002	0.036
CPUE	5	1.14027	0.04818	0.042	0.00045	0.000
CPUE	6	0.00137	0.00039	0.282	0.00005	0.036
CPUE	6	1.16188	0.04614	0.040	0.00129	0.001
CPUE	7	0.00200	0.00057	0.286	0.00006	0.030
CPUE	7	1.18867	0.04784	0.040	0.00096	0.001
CPUE	8	0.00232	0.00065	0.280	0.00007	0.030
CPUE	8	1.19913	0.04787	0.040	0.00014	0.000
CPUE	9	0.00250	0.00065	0.261	0.00007	0.026
CPUE	9	1.21290	0.04759	0.039	0.00205	0.002
CPUE	10	0.00427	0.00119	0.279	0.00007	0.017
CPUE	10	1.15436	0.04526	0.039	0.00241	0.002
CPUE	11	0.00256	0.00072	0.282	0.00006	0.025
CPUE	11	1.21627	0.04854	0.040	0.00285	0.002
CPUE	12	0.00324	0.00093	0.287	0.00009	0.028
CPUE	12	1.21443	0.04919	0.041	0.00099	0.001
Longline	5	0.00022	0.00003	0.149	0.00000	0.005
Longline	6	0.00056	0.00008	0.150	0.00000	0.006
Longline	7	0.00120	0.00017	0.143	0.00001	0.009
Longline	8	0.00192	0.00027	0.139	0.00001	0.006
Longline	9	0.00259	0.00039	0.149	0.00002	0.006
Longline	10	0.00306	0.00049	0.160	0.00004	0.012
Longline	11	0.00353	0.00059	0.168	0.00007	0.021
SENSUR	2	0.145	0.037	0.256	0.004	0.029
SENSUR	3	0.524	0.126	0.241	0.013	0.025
SENSUR	4	0.942	0.202	0.215	0.019	0.020
SENSUR	5	1.422	0.309	0.217	0.021	0.014
SENSUR	6	1.214	0.267	0.220	0.021	0.017
SENSUR	7	1.391	0.312	0.224	0.028	0.020
SENSUR	8	1.390	0.298	0.214	0.021	0.015
SENSUR	9	1.184	0.257	0.217	0.020	0.017
SENSUR	10	1.105	0.253	0.229	0.029	0.026
SENSUR	11	1.106	0.272	0.246	0.051	0.046
SENSUR	12	0.505	0.125	0.246	0.016	0.032
SNU_1	2	0.00005	0.00001	0.218	0.00000	0.012
SNU_1	3	0.00019	0.00004	0.208	0.00000	0.019
SNU_1	4	0.00035	0.00007	0.202	0.00001	0.014
SNU_1	5	0.00058	0.00011	0.198	0.00001	0.011
SNU_1	6	0.00080	0.00015	0.189	0.00001	0.017
SNU_1	7	0.00095	0.00018	0.193	0.00001	0.013
SNU_1	8	0.00078	0.00014	0.180	0.00001	0.014
SNU_1	9	0.00089	0.00017	0.195	0.00001	0.013
SNU_1	10	0.00080	0.00016	0.196	0.00002	0.022
SNU_0	5	0.00065	0.00012	0.192	0.00000	0.000
SNU_0	6	0.00178	0.00034	0.192	0.00002	0.012
SNU_0	7	0.00296	0.00058	0.196	0.00004	0.012
SNU_0	8	0.00308	0.00056	0.183	0.00002	0.007
SNU_0	9	0.00386	0.00073	0.188	0.00006	0.014
SNU_0	10	0.00401	0.00078	0.193	0.00009	0.022
SNU_0	11	0.00451	0.00087	0.193	0.00008	0.018
OTB_1	2	0.00002	0.00000	0.214	0.00000	0.014
OTB_1	3	0.00018	0.00004	0.202	0.00000	0.011
OTB_1	4	0.00057	0.00011	0.197	0.00001	0.013
OTB_1	5	0.00128	0.00024	0.189	0.00001	0.008
OTB_1	6	0.00190	0.00035	0.187	0.00002	0.011
OTB_1	7	0.00245	0.00044	0.180	0.00004	0.018
OTB_1	8	0.00240	0.00044	0.185	0.00005	0.022
OTB_1	9	0.00286	0.00054	0.189	0.00005	0.017
OTB_1	10	0.00323	0.00063	0.194	0.00008	0.025
OTB_0	5	0.00007	0.00001	0.193	0.00000	0.011
OTB_0	6	0.00026	0.00005	0.188	0.00000	0.008
OTB_0	7	0.00064	0.00012	0.191	0.00000	0.007
OTB_0	8	0.00091	0.00017	0.190	0.00001	0.016
OTB_0	9	0.00122	0.00022	0.185	0.00002	0.016
OTB_0	10	0.00164	0.00031	0.191	0.00003	0.021
GNS	7	0.00181	0.00037	0.202	0.00003	0.018
GNS	8	0.00361	0.00071	0.196	0.00004	0.010
GNS	9	0.00410	0.00082	0.200	0.00007	0.017
GNS	10	0.00548	0.00110	0.201	0.00012	0.021



Table 21b: Parameter estimates for ADAPT Model 2 (M=0.2 from 1971 to 1979; M estimated in 1980-1986, 1987-1993, 1994-2000, and 2001-2008, by age groups 2-4, 5-10 and 11-15 after 1986). Codes: (Pop 2009 = population estimates at the beginning of the year 2009; RV = research vessel index; CPUE = otter trawl catch rate index; Longline = longline sentinel survey index; SNU\_1 = seine (lined) sentinel survey index; SNU\_0 = seine (unlined) sentinel survey index; OTB\_1 = otter trawl (lined) sentinel survey index; OTB\_0 = otter trawl (unlined) sentinel survey index; GNS= gillnet sentinel survey index).

Tableau 21b: Estimations de paramètres établis à partir de la formulation ADAPT, Modèle 2 (M=0.2 de 1971 à 1979; M estimé en 1980-1986, 1987-1993, 1994-2000, et 2001-2008, par groupes d'âges 2-4, 5-10 et 11-15 après 1986). Codes : (Pop 2009 = estimations de la population au début de l'année 2009; RV = indice de NR; CPUE (PUE) = indice du taux de prise au chalut à panneaux ; palangre = indice de relevé par pêche sentinelle à la palangre; SNU\_1 = indice de relevé par pêche sentinelle à la senne (doublée); SNU\_0 = indice de relevé par pêche sentinelle à la senne (non doublée); OTB\_1 = indice de relevé par pêche sentinelle au chalut à panneaux (doublé); OTB\_0 = indice de relevé par pêche sentinelle au chalut à panneaux (non doublé); GNS indice de relevé sentinelle au filet maillant).

Approximate statistics assuming linearity near solution / *Statistiques approximatives*

Orthogonality offset / = 0.00191,

Mean Square Residual / Carré moyen des résidus= 0.267

Parameters in linear scale (bootstrap, k =1000) / *Échelle linéaire (méthode d'auto-amorçage, k =1000)*

Parameter	Age	Estimate	Standard Error	Relative Error	Bias	Relative Bias
Pop 2002	15	33	6	0.187	0	0.009
Pop 2003	15	27	6	0.223	1	0.024
Pop 2004	15	21	4	0.178	0	0.014
Pop 2005	15	18	3	0.191	0	0.027
Pop 2006	15	13	2	0.177	0	0.022
Pop 2007	15	9	2	0.214	0	0.030
Pop 2008	15	5	1	0.205	0	0.021
Pop 2009	3	32862	13400	0.410	2170	0.066
Pop 2009	4	19244	5597	0.291	787	0.041
Pop 2009	5	18221	4633	0.254	694	0.038
Pop 2009	6	7295	1509	0.207	88	0.012
Pop 2009	7	6842	1094	0.165	87	0.013
Pop 2009	8	5701	952	0.167	113	0.020
Pop 2009	9	2332	376	0.161	22	0.009
Pop 2009	10	945	159	0.168	17	0.018
Pop 2009	11	446	74	0.167	10	0.023
Pop 2009	12	189	29	0.154	3	0.016
Pop 2009	13	49	9	0.180	1	0.020
Pop 2009	14	17	3	0.191	0	0.024
Pop 2009	15	5	1	0.231	0	0.031
M 1980-1986	all	0.343	0.027	0.079	0.000	0.000
M 1987-1993	2-4	0.733	0.103	0.141	0.007	0.009
M 1987-1993	5-10	0.429	0.044	0.102	-0.002	-0.004
M 1987-1993	11-15	0.509	0.062	0.122	-0.005	-0.011
M 1994-2000	2-4	0.271	0.100	0.370	0.003	0.013
M 1994-2000	5-10	0.422	0.029	0.068	-0.001	-0.002
M 1994-2000	11-15	0.907	0.023	0.025	0.000	0.001
M 2001-2008	2-4	0.247	0.105	0.426	0.005	0.022
M 2001-2008	5-10	0.625	0.030	0.047	-0.001	-0.001
M 2001-2008	11-15	1.113	0.043	0.038	-0.003	-0.003
RV	2	0.098	0.014	0.147	0.001	0.009
RV	3	0.284	0.033	0.116	0.002	0.006
RV	4	0.488	0.054	0.112	0.004	0.007
RV	5	0.730	0.076	0.104	0.004	0.006
RV	6	0.871	0.084	0.096	0.003	0.004
RV	7	0.962	0.087	0.091	0.005	0.005
RV	8	1.023	0.092	0.090	0.005	0.005
RV	9	0.990	0.089	0.090	0.003	0.003
RV	10	1.080	0.101	0.095	0.003	0.003
RV	11	1.325	0.125	0.094	0.009	0.006
RV	12	1.354	0.134	0.099	0.005	0.004
RV	13	1.544	0.150	0.097	0.010	0.007
RV	14	1.439	0.144	0.100	0.010	0.007
CPUE	5	0.00052	0.00015	0.291	0.00003	0.059
CPUE	5	1.15619	0.04693	0.041	-0.00171	-0.001
CPUE	6	0.00133	0.00039	0.289	0.00006	0.044

Table 21b: continued

Tableau 21b: suite

CPUE	6	1.15990	0.05081	0.044	-0.00017	0.000
CPUE	7	0.00214	0.00060	0.282	0.00006	0.029
CPUE	7	1.15079	0.04804	0.042	0.00269	0.002
CPUE	8	0.00255	0.00071	0.277	0.00011	0.044
CPUE	8	1.14599	0.04643	0.041	0.00111	0.001
CPUE	9	0.00284	0.00078	0.276	0.00008	0.028
CPUE	9	1.14105	0.04658	0.041	0.00130	0.001
CPUE	10	0.00511	0.00147	0.288	0.00014	0.027
CPUE	10	1.06263	0.04495	0.042	0.00248	0.002
CPUE	11	0.00305	0.00084	0.275	0.00012	0.039
CPUE	11	1.11877	0.04532	0.041	-0.00054	0.000
CPUE	12	0.00376	0.00108	0.286	0.00008	0.022
CPUE	12	1.12195	0.04712	0.042	0.00545	0.005
Longline	5	0.00018	0.00003	0.169	0.00000	0.009
Longline	6	0.00047	0.00007	0.153	0.00000	0.008
Longline	7	0.00105	0.00016	0.149	0.00001	0.013
Longline	8	0.00174	0.00026	0.149	0.00002	0.014
Longline	9	0.00227	0.00034	0.147	0.00003	0.014
Longline	10	0.00252	0.00039	0.154	0.00003	0.010
Longline	11	0.00384	0.00059	0.153	0.00005	0.012
Longline	12	0.00594	0.00090	0.152	0.00004	0.007
Longline	13	0.00855	0.00133	0.155	0.00010	0.011
Longline	14	0.00962	0.00160	0.166	0.00015	0.016
SENSUR	2	0.213	0.062	0.293	0.007	0.034
SENSUR	3	0.577	0.138	0.239	0.008	0.013
SENSUR	4	0.770	0.182	0.237	0.011	0.015
SENSUR	5	1.093	0.254	0.232	0.031	0.028
SENSUR	6	0.983	0.220	0.224	0.024	0.025
SENSUR	7	1.198	0.266	0.222	0.024	0.020
SENSUR	8	1.252	0.273	0.218	0.036	0.029
SENSUR	9	1.109	0.252	0.228	0.015	0.014
SENSUR	10	1.091	0.245	0.225	0.027	0.024
SENSUR	11	1.571	0.350	0.223	0.028	0.018
SENSUR	12	1.277	0.291	0.228	0.028	0.022
SENSUR	13	0.889	0.209	0.235	0.021	0.023
SENSUR	14	1.920	0.487	0.253	0.058	0.030
SNU_1	2	0.00007	0.00002	0.25850	0.00000	0.024
SNU_1	3	0.00021	0.00005	0.21677	0.00001	0.024
SNU_1	4	0.00032	0.00007	0.21225	0.00001	0.025
SNU_1	5	0.00050	0.00011	0.21146	0.00002	0.032
SNU_1	6	0.00069	0.00014	0.20067	0.00002	0.024
SNU_1	7	0.00084	0.00016	0.19186	0.00002	0.019
SNU_1	8	0.00071	0.00013	0.18748	0.00001	0.014
SNU_1	9	0.00074	0.00014	0.18772	0.00001	0.014
SNU_1	10	0.00057	0.00011	0.19360	0.00002	0.027
SNU_0	5	0.00057	0.00011	0.20170	0.00001	0.026
SNU_0	6	0.00155	0.00030	0.19227	0.00004	0.023
SNU_0	7	0.00263	0.00048	0.18273	0.00004	0.015
SNU_0	8	0.00279	0.00050	0.17972	0.00001	0.005
SNU_0	9	0.00322	0.00061	0.18852	0.00007	0.020
SNU_0	10	0.00287	0.00055	0.19288	0.00006	0.020
SNU_0	11	0.00389	0.00078	0.19957	0.00012	0.031
OTB_1	2	0.00002	0.00001	0.26067	0.00000	0.020
OTB_1	3	0.00019	0.00004	0.21498	0.00000	0.019
OTB_1	4	0.00052	0.00011	0.20722	0.00001	0.022
OTB_1	5	0.00112	0.00023	0.20371	0.00003	0.026
OTB_1	6	0.00166	0.00034	0.20478	0.00005	0.031
OTB_1	7	0.00218	0.00042	0.19311	0.00003	0.013
OTB_1	8	0.00218	0.00042	0.19122	0.00004	0.017
OTB_1	9	0.00239	0.00045	0.18948	0.00004	0.018
OTB_1	10	0.00231	0.00046	0.19809	0.00005	0.023
OTB_0	5	0.00006	0.00001	0.20569	0.00000	0.017
OTB_0	6	0.00022	0.00004	0.19891	0.00001	0.026
OTB_0	7	0.00057	0.00011	0.19563	0.00001	0.018
OTB_0	8	0.00082	0.00014	0.17544	0.00002	0.020
OTB_0	9	0.00102	0.00019	0.18489	0.00002	0.015
OTB_0	10	0.00117	0.00022	0.18921	0.00001	0.007
GNS	7	0.00154	0.00030	0.19533	0.00004	0.024
GNS	8	0.00316	0.00065	0.20475	0.00006	0.018
GNS	9	0.00367	0.00077	0.21105	0.00010	0.027
GNS	10	0.00437	0.00085	0.19478	0.00005	0.012

Table 22a: Beginning of the year population numbers ('000) for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock from ADAPT Model 1, 1971 to 2009.

Tableau 22a : Effectifs de la population en début d'année (en milliers) pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établis à partir de l'étalonnage ADAPT, Modèle 1, 1971 à 2009.

Year / Année	AGE													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	3+
1971	89259	39728	31444	31554	18961	6102	3279	1668	500	549	128	286	302	223760
1972	35462	73073	30632	19207	17521	10217	2909	1565	899	293	136	38	127	192080
1973	49549	26167	39866	14323	9751	7587	5182	1528	791	404	132	65	19	155365
1974	57773	39327	15138	19652	6958	4653	3704	2576	752	345	241	47	12	151178
1975	50117	44600	27334	7881	7447	2925	2151	1451	1166	383	107	124	13	145698
1976	143074	39618	28500	16150	4175	3151	1217	764	475	350	178	40	34	237725
1977	210109	116680	28746	14376	6988	1890	1455	568	370	256	157	104	18	381717
1978	222374	171427	91053	18229	8785	4128	1188	936	302	201	165	81	76	518944
1979	182439	181569	131296	64727	10795	4787	2385	753	543	149	100	95	62	579701
1980	199970	149235	144017	93155	42866	5692	2375	1177	352	219	63	52	63	639237
1981	165026	148518	109310	94410	57089	23485	2930	1077	531	141	137	31	32	602717
1982	344463	122714	107106	74884	53766	31203	12158	1400	408	223	45	27	22	748418
1983	452876	255863	89836	70418	48155	29226	16631	6863	662	183	101	29	19	970861
1984	267315	336700	189216	61324	41926	25577	15181	7775	2835	373	92	60	13	948386
1985	267271	198624	248983	136917	39186	23370	13067	6876	3282	1305	149	25	38	939092
1986	239707	198322	146125	175956	86938	21965	12152	6316	3168	1609	668	88	13	893027
1987	203111	177768	144094	101286	110288	56148	12817	6422	2676	1336	518	360	49	816873
1988	140406	125898	109368	83489	54301	53640	29318	6194	2680	1118	508	219	137	607277
1989	124930	86948	76634	63627	42952	26592	23834	12894	2439	919	338	161	96	462365
1990	177556	77355	52539	42707	29802	18337	10837	8910	4049	758	219	94	62	423223
1991	162783	109661	45562	26692	18257	10644	6029	3314	2028	952	179	44	30	386176
1992	71407	100646	63883	20202	9204	4937	3002	1350	735	534	154	43	9	276106
1993	75230	43831	59617	29887	5038	1752	532	349	168	82	57	14	17	216573
1994	68499	46486	26899	36150	17564	2384	701	160	113	48	23	12	3	199043
1995	82623	45895	31117	17951	24061	11545	1472	412	84	61	25	12	6	215265
1996	62239	55328	30656	20740	11927	15947	7630	938	257	46	37	15	8	205768
1997	97607	41688	37022	20445	13785	7892	10548	5040	601	163	25	22	10	234848
1998	95587	65406	27901	24719	13556	9099	5144	6902	3290	372	101	14	13	252105
1999	87613	57324	39180	16572	14566	7866	5257	2922	3986	1912	204	55	8	237465
2000	74618	52541	34231	23214	9523	8134	4246	2805	1556	2207	1075	105	27	214283
2001	55333	44738	31422	20255	13387	5299	4244	2228	1384	789	1217	616	54	180964
2002	64396	33162	26732	18548	11410	7313	2768	2174	1151	683	413	681	355	169788
2003	81859	38582	19822	15748	10683	6152	3830	1458	1115	617	368	233	392	180858
2004	97311	45797	21577	11073	8788	5951	3414	2119	808	615	341	203	129	198124
2005	54519	54440	25594	12014	6054	4691	3059	1724	1068	427	322	186	110	164208
2006	30909	30488	30410	14184	6469	3119	2355	1482	830	520	226	172	102	121266
2007	37981	17280	16960	16705	7516	3273	1591	1136	691	403	256	122	91	104007
2008	27883	21227	9647	9444	9142	3956	1646	813	581	357	208	134	66	85103
2009	32971	15585	11835	5300	5148	4785	1989	830	415	303	184	112	73	79528

Table 22b: Beginning of the year population numbers ('000) for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock from ADAPT Model 2, 1971 to 2009.

Tableau 22b : Effectifs de la population en début d'année (en milliers) pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établis à partir de l'étalonnage ADAPT, Modèle 2, 1971 à 2009.

Year / Année	AGE													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	3+
1971	89398	39791	31484	31613	18990	6130	3283	1672	500	549	128	286	302	224128
1972	35608	73188	30684	19240	17570	10241	2932	1568	903	293	136	38	127	192526
1973	50078	26286	39959	14365	9778	7626	5202	1547	793	406	132	65	19	156258
1974	58460	39760	15235	19728	6992	4675	3736	2592	767	347	243	47	12	152595
1975	51985	45162	27688	7961	7508	2953	2168	1477	1179	395	108	126	13	148724
1976	155545	41147	28960	16439	4240	3201	1239	778	496	361	188	41	36	252671
1977	234517	126890	29998	14751	7223	1943	1496	587	382	273	166	112	19	418357
1978	257451	191411	99412	19253	9092	4320	1231	969	317	210	179	88	83	584016
1979	224623	210288	147657	71569	11632	5038	2542	788	571	161	108	107	68	675150
1980	248966	183772	167530	106546	48464	6375	2579	1306	381	241	73	58	72	766364
1981	204692	177013	129175	106859	63941	26301	3266	1163	593	153	146	37	35	713376
1982	396975	145672	122727	85689	60005	34527	13539	1564	445	254	50	32	25	861504
1983	498139	282192	102289	78337	53637	32207	18159	7511	743	198	117	32	21	1073582
1984	276654	354419	199791	67450	45562	28184	16527	8442	3131	412	99	68	14	1000753
1985	261283	196741	250891	138500	41743	24807	14248	7455	3569	1444	168	28	43	940918
1986	301472	185581	138514	169628	84067	22708	12556	6821	3408	1728	732	98	15	927326
1987	306501	214164	128846	91431	100720	51559	12734	6387	2881	1430	568	387	54	917662
1988	234661	150301	103152	78233	51026	50648	28027	6505	2824	1205	546	242	149	707520
1989	219859	115045	71737	63149	42067	26061	23383	12859	2796	970	376	178	107	578588
1990	244166	107790	54684	41947	31336	18941	11202	9220	4319	941	239	112	70	524966
1991	222346	119254	50264	29682	18935	12384	6856	3795	2396	1065	279	53	40	467350
1992	145890	108604	54271	24543	11792	5766	4354	1993	1103	727	210	100	14	359366
1993	102110	71072	50222	25484	8234	3556	1102	1233	587	285	161	44	51	264140
1994	53401	49624	34224	32008	15662	4607	1917	540	694	296	143	73	21	193211
1995	65462	41231	37893	22420	20860	10057	2897	1200	331	269	115	56	28	202819
1996	44992	50522	31409	24795	14622	13514	6490	1851	767	126	106	45	22	189262
1997	74152	34734	38566	20539	16170	9495	8725	4180	1185	303	47	41	18	208156
1998	70278	57250	26521	25246	13342	10473	6082	5551	2650	456	117	17	15	217999
1999	71000	54252	43691	17253	16312	8485	6666	3820	3486	1026	170	43	6	226211
2000	61930	54825	41319	28410	10896	10079	5075	4009	2299	1268	361	55	13	220541
2001	41538	47702	41830	26861	18099	6722	5950	2996	2315	816	432	125	15	195401
2002	45563	32946	37347	22166	13713	9030	3217	2837	1429	658	227	110	32	169276
2003	54400	36132	25786	19772	11478	6704	4318	1533	1341	419	187	65	26	162162
2004	63516	43173	28332	13814	10578	6127	3566	2290	813	435	135	60	20	172858
2005	37711	50487	33851	15139	7269	5448	3020	1729	1112	250	127	41	17	156200
2006	21984	29904	39615	18027	7870	3634	2655	1394	795	310	73	36	12	126311
2007	28418	17407	23344	20942	9257	3880	1797	1245	613	217	77	21	9	107228
2008	23357	22469	13615	12475	11027	4720	1897	887	614	181	59	19	5	91325
2009	30492	18457	17527	7207	6555	5587	2310	927	436	186	48	17	5	89756

Table 23a: Beginning of the year population biomass (t) by age for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock from ADAPT Model 1, 1971 to 2009. Total population biomass (3+) and spawning stock biomass (SSB) are indicated.

Tableau 23a : Biomasse de la population selon l'âge en début d'année (t) pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établie à partir de l'étalonnage ADAPT, Modèle 1, 1971 à 2009. La biomasse totale (3+) et la biomasse du stock reproducteur (SSB) sont aussi indiquées.

Year / Année	AGE															3+	SSB
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
1971	27886	22297	29165	41546	35225	16770	12763	8234	2743	2222	499	1357	1729	202436	150833		
1972	9992	40089	29301	25569	29137	23817	10035	7201	5161	1845	643	238	648	183675	138194		
1973	11454	14199	36940	19747	16869	16365	14401	6748	3906	2930	628	254	137	144578	112916		
1974	20707	19782	14360	27599	12675	9845	8900	8120	3515	1889	2367	237	43	130039	92378		
1975	9728	25989	25803	11572	14865	7229	5863	4668	4789	1964	804	1391	125	114791	81130		
1976	23961	18614	28267	24196	8864	8483	3606	2762	2267	1614	1152	281	213	124282	81040		
1977	47815	48557	28599	23099	15682	6216	4993	2307	1655	1430	976	678	151	182160	98861		
1978	55774	85549	81456	30437	19347	12917	5742	4721	2154	1338	1285	651	609	301981	172768		
1979	30815	80276	111220	87005	22845	12663	8681	4611	3779	1158	1039	675	613	365379	247668		
1980	50378	59269	106751	102136	66785	14659	7753	4828	2109	1510	486	577	385	417626	294663		
1981	34512	70168	79337	99052	75800	40158	8990	4133	2442	884	1178	296	348	417299	309100		
1982	79876	51759	83793	73871	69748	48132	23955	4934	1932	1502	340	337	216	440396	305263		
1983	93938	88996	59851	73989	58056	43371	30198	14228	2947	1086	1131	158	207	468158	304104		
1984	53121	111425	95662	52762	52935	34983	25980	16217	7404	2820	623	722	70	454723	304531		
1985	69206	73406	133327	96970	42020	35967	20984	13554	8016	5969	1808	229	443	501898	347171		
1986	52510	80900	83765	131081	81064	27186	24404	11400	7749	5086	4351	1066	153	510714	375498		
1987	36187	60481	82870	72554	95663	60868	18105	13159	5587	3404	2141	2472	662	454151	351618		
1988	32761	42763	57856	61903	46630	53082	35025	11749	5668	3261	1526	1759	1394	355376	276318		
1989	24608	33315	44003	48765	40852	27083	26500	16490	5388	2778	1456	861	1017	273118	212461		
1990	48634	29699	31989	35084	29992	21027	12855	11205	5521	1651	1069	631	391	229747	155190		
1991	34602	43599	27648	22367	18589	12654	7949	4363	2753	1482	539	316	380	177241	108949		
1992	17316	34007	37412	16191	9301	5734	4087	2200	1210	742	240	107	91	128636	79705		
1993	18254	16051	31032	24045	5025	2064	706	632	281	181	83	38	65	98457	61194		
1994	16720	17269	14659	26348	17732	2842	960	238	262	98	51	20	23	97222	64557		
1995	15396	18069	17275	13366	22247	13661	2155	768	169	173	81	45	25	103429	71809		
1996	16489	18557	19022	16372	11517	18382	10723	1822	631	153	126	39	40	113873	80489		
1997	15014	18191	21793	18730	15040	10352	15296	8892	1385	402	91	72	26	125282	92338		
1998	18877	20579	18558	22227	16505	12565	8496	11920	7033	863	272	47	43	137986	100668		
1999	16522	21978	22609	14656	16688	11347	8142	5157	7011	4014	506	183	22	128833	92286		
2000	16137	19080	21284	20247	10808	11070	7000	4510	2728	4112	2497	301	90	119865	85479		
2001	11979	18395	19070	18409	15682	7544	7097	4252	2558	1580	3165	1858	163	111752	82120		
2002	10425	13017	15945	15483	12433	10108	4305	4125	2397	1748	939	2174	1170	94268	70635		
2003	13977	12971	12098	13271	11284	7983	6123	2548	2166	1408	961	610	1399	86799	61386		
2004	15448	14150	11364	9557	10072	8209	5409	4094	1745	1328	1057	619	424	83476	56614		
2005	10292	15093	12089	9235	6438	6195	4812	3111	2202	1133	826	548	373	72349	49346		
2006	5710	12039	14787	10309	6436	4019	3528	2632	1593	1122	537	453	349	63514	45614		
2007	8603	5737	10384	12631	7232	3914	2322	1837	1449	933	517	301	308	56167	40695		
2008	3637	8036	5146	7413	8762	4648	2242	1304	985	989	482	358	223	44227	33583		
2009	5953	4462	7064	4033	5144	5537	2717	1319	757	605	613	324	247	38776	28235		



Table 23b: Beginning of the year population biomass (t) by age for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock from ADAPT Model 2, 1971 to 2009. Total population biomass (3+) and spawning stock biomass (SSB) are indicated.

Tableau 23b : Biomasse de la population selon l'âge en début d'année (t) pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établie à partir de l'étalonnage ADAPT, Modèle 2, 1971 à 2009. La biomasse totale (3+) et la biomasse du stock reproducteur (SSB) sont aussi indiquées.

Year / Année	AGE														
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	3+	SSB
1971	27929	22333	29201	41624	35280	16847	12778	8254	2746	2222	499	1358	1729	202801	151118
1972	10033	40152	29351	25612	29217	23873	10114	7215	5180	1848	643	238	648	184122	138546
1973	11576	14263	37026	19805	16915	16449	14456	6831	3919	2949	629	254	137	145210	113369
1974	20953	20000	14452	27706	12738	9891	8977	8170	3586	1901	2389	238	43	131042	92990
1975	10091	26316	26137	11688	14988	7298	5911	4752	4842	2028	817	1411	127	116407	82112
1976	26050	19333	28723	24630	9002	8618	3673	2813	2367	1662	1218	290	222	128601	82897
1977	53370	52806	29845	23702	16211	6389	5133	2382	1706	1526	1029	732	160	194992	103706
1978	64572	95522	88934	32147	20023	13519	5950	4889	2262	1401	1394	707	663	331983	186468
1979	37940	92973	125079	96201	24617	13325	9253	4827	3969	1254	1118	756	669	411981	275197
1980	62721	72986	124179	116818	75507	16419	8420	5353	2281	1663	564	646	442	487999	339033
1981	42808	83631	93755	112112	84898	44974	10020	4465	2727	961	1259	348	381	482338	352839
1982	92053	61442	96015	84530	77842	53260	26676	5512	2105	1712	383	388	246	502164	345576
1983	103327	98154	68148	82309	64665	47795	32972	15570	3308	1181	1316	172	231	519151	337779
1984	54976	117289	101008	58033	57526	38550	28283	17608	8177	3117	667	830	77	486141	328500
1985	67655	72710	134349	98091	44761	38179	22880	14696	8717	6604	2040	255	496	511434	358046
1986	66040	75702	79402	126367	78387	28106	25215	12310	8334	5463	4770	1179	168	511445	369355
1987	54607	72864	74101	65494	87363	55894	17986	13087	6016	3642	2347	2662	718	456782	333565
1988	54753	51052	54567	58006	43817	50121	33483	12339	5972	3514	1642	1945	1515	372726	270459
1989	43307	44080	41191	48399	40010	26542	25999	16445	6176	2932	1621	952	1132	298787	215731
1990	66879	41384	33294	34460	31536	21720	13287	11595	5889	2050	1165	757	441	264457	166133
1991	47264	47413	30501	24871	19281	14723	9039	4997	3252	1658	838	381	508	204726	121842
1992	35379	36696	31783	19670	11916	6696	5927	3245	1815	1010	326	249	141	154855	89519
1993	24777	26026	26141	20503	8212	4189	1463	2231	985	629	236	119	192	115704	68022
1994	13035	18434	18651	23329	15812	5491	2627	806	1605	607	315	123	140	100977	70037
1995	12198	16233	21037	16693	19287	11899	4242	2236	664	768	367	201	113	105939	77001
1996	11920	16946	19489	19572	14119	15578	9120	3597	1883	419	366	115	116	113239	84388
1997	11406	15156	22702	18817	17643	12454	12651	7374	2731	747	169	133	48	122032	93847
1998	13879	18013	17640	22701	16244	14464	10045	9587	5665	1058	314	55	50	129715	98631
1999	13389	20801	25212	15258	18688	12239	10325	6742	6130	2155	421	142	17	131519	97635
2000	13393	19910	25691	24779	12366	13719	8366	6447	4031	2363	838	158	42	132104	97905
2001	8992	19613	25387	24414	21203	9570	9949	5717	4280	1636	1123	376	46	132306	102053
2002	7376	12932	22276	18503	14943	12481	5002	5383	2977	1683	516	352	106	104531	81513
2003	9288	12147	15737	16663	12123	8700	6903	2680	2606	957	489	170	93	88558	66428
2004	10083	13339	14922	11923	12124	8453	5648	4424	1756	940	419	182	67	84279	61375
2005	7119	13997	15989	11638	7730	7195	4750	3119	2292	663	327	121	59	74998	54127
2006	4061	11808	19263	13102	7829	4683	3978	2476	1525	669	174	96	42	69707	51851
2007	6437	5779	14293	15835	8908	4639	2623	2013	1284	503	156	52	29	62549	47516
2008	3047	8506	7263	9793	10569	5545	2585	1423	1040	500	137	51	18	50477	39192
2009	5506	5284	10461	5485	6551	6466	3156	1474	796	371	161	48	17	45777	33988

Table 24a: Fishing mortality for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock from ADAPT Model 1, 1971 to 2008.

Tableau 24a : Mortalité par pêche pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établie à partir de l'étalonnage ADAPT, Modèle 1, 1971 à 2008.

Year / Année	AGE													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	7+
1971	0.00	0.06	0.29	0.39	0.42	0.54	0.54	0.42	0.34	1.20	1.01	0.61	0.81	0.47
1972	0.10	0.41	0.56	0.48	0.64	0.48	0.44	0.48	0.60	0.59	0.53	0.51	0.52	0.56
1973	0.03	0.35	0.51	0.52	0.54	0.52	0.50	0.51	0.63	0.32	0.84	1.49	1.17	0.53
1974	0.06	0.16	0.45	0.77	0.67	0.57	0.74	0.59	0.48	0.97	0.46	1.12	0.79	0.64
1975	0.04	0.25	0.33	0.44	0.66	0.68	0.84	0.92	1.00	0.56	0.78	1.09	0.93	0.74
1976	0.00	0.12	0.48	0.64	0.59	0.57	0.56	0.52	0.42	0.60	0.34	0.62	0.48	0.57
1977	0.00	0.05	0.26	0.29	0.33	0.26	0.24	0.43	0.41	0.24	0.46	0.11	0.29	0.31
1978	0.00	0.07	0.14	0.32	0.41	0.35	0.26	0.34	0.51	0.50	0.35	0.07	0.21	0.38
1979	0.00	0.03	0.14	0.21	0.44	0.50	0.50	0.56	0.71	0.66	0.45	0.22	0.33	0.47
1980	0.00	0.01	0.12	0.19	0.30	0.36	0.49	0.50	0.62	0.17	0.39	0.19	0.29	0.32
1981	0.00	0.03	0.08	0.26	0.30	0.36	0.44	0.67	0.57	0.85	1.30	0.08	0.69	0.33
1982	0.00	0.02	0.12	0.14	0.31	0.33	0.27	0.45	0.50	0.49	0.14	0.09	0.11	0.31
1983	0.00	0.01	0.08	0.22	0.33	0.36	0.46	0.58	0.27	0.39	0.23	0.50	0.36	0.38
1984	0.00	0.00	0.03	0.15	0.28	0.37	0.49	0.56	0.48	0.62	1.01	0.14	0.58	0.37
1985	0.00	0.01	0.05	0.15	0.28	0.35	0.43	0.47	0.41	0.37	0.22	0.33	0.27	0.34
1986	0.00	0.02	0.07	0.17	0.14	0.24	0.34	0.56	0.56	0.83	0.32	0.28	0.30	0.21
1987	0.00	0.01	0.07	0.14	0.24	0.17	0.25	0.39	0.39	0.49	0.38	0.48	0.43	0.23
1988	0.00	0.02	0.06	0.18	0.23	0.33	0.34	0.45	0.59	0.71	0.67	0.34	0.50	0.31
1989	0.00	0.02	0.10	0.28	0.37	0.42	0.50	0.68	0.69	0.95	0.80	0.47	0.64	0.46
1990	0.00	0.05	0.20	0.37	0.55	0.63	0.70	1.00	0.96	0.96	1.12	0.66	0.89	0.68
1991	0.00	0.06	0.33	0.58	0.83	0.78	1.01	1.02	0.85	1.34	0.95	1.14	1.05	0.87
1992	0.01	0.04	0.28	0.91	1.18	1.75	1.67	1.60	1.71	1.76	1.91	0.43	1.17	1.46
1993	0.00	0.01	0.02	0.05	0.27	0.43	0.72	0.64	0.78	0.77	1.09	0.93	1.01	0.37
1994	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08	0.13	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.00	0.03
1995	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.07	0.20	0.10	0.10	0.10	0.00	0.01
1996	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.05	0.20	0.10	0.08	0.00	0.01
1997	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.08	0.08	0.15	0.12	0.13	0.02
1998	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.09	0.09	0.09	0.00	0.04
1999	0.00	0.00	0.01	0.04	0.07	0.10	0.11	0.11	0.08	0.06	0.15	0.20	0.17	0.09
2000	0.00	0.00	0.01	0.04	0.07	0.14	0.13	0.19	0.16	0.08	0.04	0.15	0.10	0.11
2001	0.00	0.00	0.01	0.06	0.09	0.13	0.15	0.14	0.19	0.13	0.06	0.03	0.05	0.11
2002	0.00	0.00	0.02	0.04	0.10	0.13	0.13	0.15	0.11	0.10	0.05	0.03	0.00	0.11
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2004	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.08	0.10	0.10	0.05	0.06	0.02	0.03	0.02	0.07
2005	0.00	0.00	0.01	0.04	0.08	0.10	0.14	0.14	0.13	0.05	0.04	0.01	0.00	0.10
2006	0.00	0.00	0.02	0.05	0.10	0.09	0.14	0.17	0.14	0.12	0.03	0.05	0.01	0.11
2007	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.03	0.03	0.07
2008	0.00	0.00	0.02	0.02	0.06	0.10	0.10	0.09	0.07	0.07	0.03	0.02	0.02	0.08

Table 24b: Fishing mortality for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock from ADAPT Model 2, 1971 to 2008.

Tableau 24b : Mortalité par pêche pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établie à partir de l'étalonnage ADAPT, Modèle 2, 1971 à 2008.

Year / Année	AGE														
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	7+	
1971	0.00	0.06	0.29	0.39	0.42	0.54	0.54	0.42	0.34	1.20	1.01	0.61	0.81	0.47	
1972	0.10	0.41	0.56	0.48	0.63	0.48	0.44	0.48	0.60	0.59	0.53	0.51	0.52	0.56	
1973	0.03	0.35	0.51	0.52	0.54	0.51	0.50	0.50	0.63	0.31	0.84	1.49	1.16	0.52	
1974	0.06	0.16	0.45	0.77	0.66	0.57	0.73	0.59	0.46	0.97	0.45	1.11	0.78	0.64	
1975	0.03	0.24	0.32	0.43	0.65	0.67	0.82	0.89	0.98	0.54	0.76	1.06	0.91	0.73	
1976	0.00	0.12	0.47	0.62	0.58	0.56	0.55	0.51	0.40	0.58	0.32	0.59	0.46	0.55	
1977	0.00	0.04	0.24	0.28	0.31	0.26	0.23	0.41	0.40	0.22	0.43	0.10	0.27	0.30	
1978	0.00	0.06	0.13	0.30	0.39	0.33	0.25	0.33	0.48	0.47	0.31	0.06	0.19	0.36	
1979	0.00	0.03	0.13	0.19	0.40	0.47	0.46	0.53	0.66	0.59	0.41	0.19	0.30	0.44	
1980	0.00	0.01	0.11	0.17	0.27	0.33	0.45	0.45	0.57	0.16	0.34	0.17	0.26	0.29	
1981	0.00	0.03	0.07	0.23	0.27	0.32	0.39	0.62	0.50	0.77	1.18	0.07	0.62	0.30	
1982	0.00	0.01	0.11	0.13	0.28	0.30	0.25	0.40	0.46	0.43	0.12	0.08	0.10	0.28	
1983	0.00	0.00	0.07	0.20	0.30	0.32	0.42	0.53	0.25	0.36	0.20	0.46	0.33	0.34	
1984	0.00	0.00	0.02	0.14	0.27	0.34	0.45	0.52	0.43	0.55	0.93	0.13	0.53	0.34	
1985	0.00	0.01	0.05	0.16	0.27	0.34	0.39	0.44	0.38	0.33	0.20	0.29	0.25	0.32	
1986	0.00	0.02	0.07	0.18	0.15	0.23	0.33	0.51	0.52	0.76	0.29	0.26	0.27	0.22	
1987	0.00	0.01	0.07	0.15	0.26	0.18	0.24	0.38	0.36	0.45	0.34	0.44	0.39	0.24	
1988	0.00	0.02	0.06	0.19	0.24	0.34	0.35	0.41	0.56	0.65	0.61	0.30	0.46	0.32	
1989	0.00	0.02	0.11	0.27	0.37	0.41	0.50	0.66	0.57	0.89	0.69	0.42	0.56	0.45	
1990	0.00	0.04	0.18	0.37	0.50	0.59	0.65	0.91	0.89	0.70	0.98	0.52	0.75	0.62	
1991	0.00	0.06	0.29	0.49	0.76	0.61	0.80	0.80	0.68	1.11	0.51	0.85	0.68	0.73	
1992	0.00	0.04	0.32	0.66	0.77	1.22	0.83	0.78	0.84	0.99	1.05	0.16	0.61	0.89	
1993	0.00	0.01	0.02	0.06	0.15	0.19	0.28	0.14	0.17	0.17	0.28	0.22	0.25	0.17	
1994	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.03	
1995	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.06	0.03	0.03	0.03	0.00	0.02	
1996	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.09	0.04	0.03	0.00	0.01	
1997	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05	0.05	0.10	0.08	0.09	0.02	
1998	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.08	0.09	0.09	0.00	0.04	
1999	0.00	0.00	0.01	0.04	0.06	0.09	0.09	0.08	0.10	0.14	0.21	0.32	0.27	0.08	
2000	0.00	0.00	0.01	0.03	0.06	0.10	0.10	0.12	0.13	0.17	0.15	0.38	0.27	0.10	
2001	0.00	0.00	0.01	0.05	0.07	0.11	0.11	0.11	0.14	0.16	0.25	0.23	0.24	0.10	
2002	0.00	0.00	0.01	0.03	0.09	0.11	0.11	0.12	0.11	0.14	0.13	0.31	0.05	0.10	
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.13	0.01	
2004	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.08	0.10	0.09	0.07	0.11	0.07	0.11	0.17	0.07	
2005	0.00	0.00	0.01	0.03	0.07	0.09	0.14	0.15	0.16	0.11	0.14	0.08	0.00	0.10	
2006	0.00	0.00	0.01	0.04	0.08	0.08	0.13	0.19	0.18	0.27	0.12	0.30	0.14	0.11	
2007	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.09	0.08	0.08	0.11	0.18	0.28	0.25	0.42	0.07	
2008	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.09	0.09	0.08	0.08	0.19	0.14	0.18	0.34	0.07	

Table 25: Input parameters for catch projections for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock. Beginning of year weights for 2009 are calculated from research survey and those for 2010 are the average of 2007-2009, catch weights and partial recruitment for 2008 are the average for the periods 2006-2008 and 2004-2008, respectively. Maturity was derived from 1990-1995 surveys conducted at the end of the spawning season.

Tableau 25 : Paramètres d'entrée pour les projections de prises de morue du sud du golfe du Saint-Laurent. Les poids en début d'année 2009 ont été calculés à partir du relevé par navire de recherche et ceux de 2009 sont la moyenne de 2007 à 2009, les poids des prises et le profil d'exploitation selon l'âge pour l'année 2008 constituent les moyennes pour les périodes 2006 à 2008 et 2004-2008, respectivement. La maturité a été calculée à partir des relevés effectués de 1990 à 1995 à la fin de la saison de reproduction.

Age Âge	<u>Weight/ Poids</u>		Catch Prises	Maturity Maturité	Partial recruitment Profil d'exploitation		Population numbers in 2009 Effectifs en 2009 ( <sup>'000'</sup> )	
	Beginning of year Début de l'année 2009	2010					Model 1	Model 2
3	0.181	0.179	0.307	0.121	0.001	0.001	32971	30492
4	0.286	0.332	0.580	0.368	0.016	0.009	15585	18457
5	0.597	0.581	0.760	0.721	0.083	0.040	11835	17527
6	0.761	0.767	0.957	0.905	0.264	0.134	5300	7207
7	0.999	0.973	1.170	0.974	0.592	0.315	5148	6555
8	1.157	1.176	1.413	1.000	0.830	0.468	4785	5587
9	1.366	1.396	1.703	1.000	1.000	0.590	1989	2310
10	1.589	1.604	2.063	1.000	1.000	0.654	830	927
11	1.826	1.872	2.437	1.000	0.795	0.656	415	436
12	2.000	2.362	2.497	1.000	0.649	1.000	303	186
13	3.328	2.555	2.783	1.000	0.318	1.000	184	48
14	2.890	2.676	3.007	1.000	0.233	1.000	112	17
15	3.392	3.384	2.493	1.000	0.137	1.000	73	5

## FIGURES

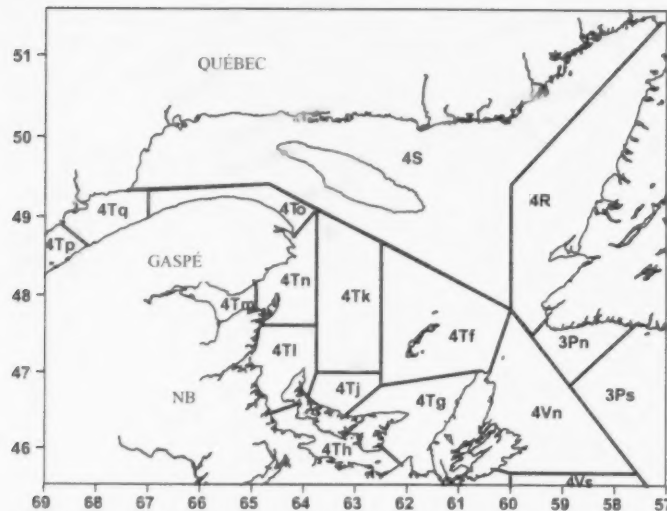


Figure 1: NAFO Divisions in the area of the Gulf of St. Lawrence. Unit areas are indicated for Division 4T.

Figure 1 : Divisions de l'OPANO dans la zone du golfe du Saint-Laurent. Les zones unitaires sont indiquées pour la division 4T.

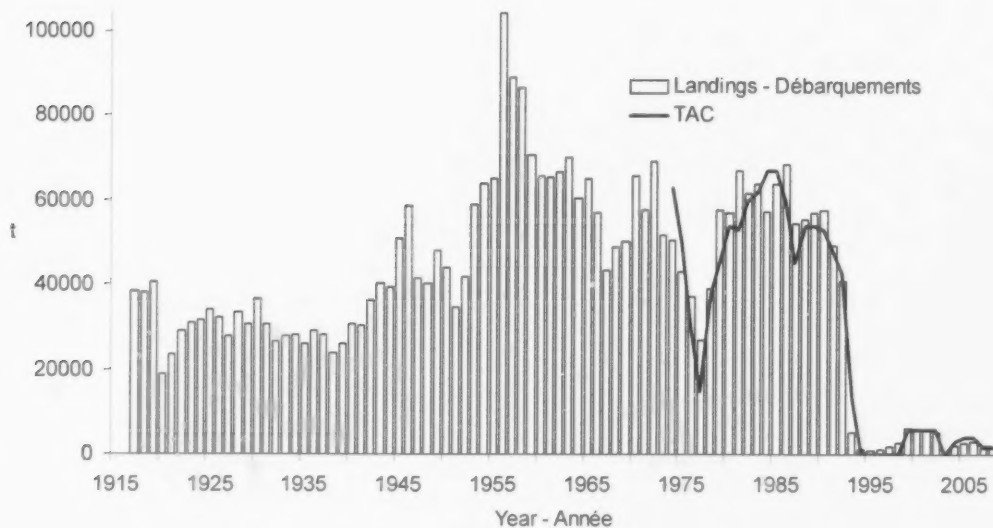


Figure 2: Landings (t) of southern Gulf of St. Lawrence (4T-Vn (November-April)) cod, 1917 - 2008.

Figure 2 : Débarquements (t) de morue du sud du golfe du Saint-Laurent (4T-Vn (novembre-avril)), 1917 à 2008.



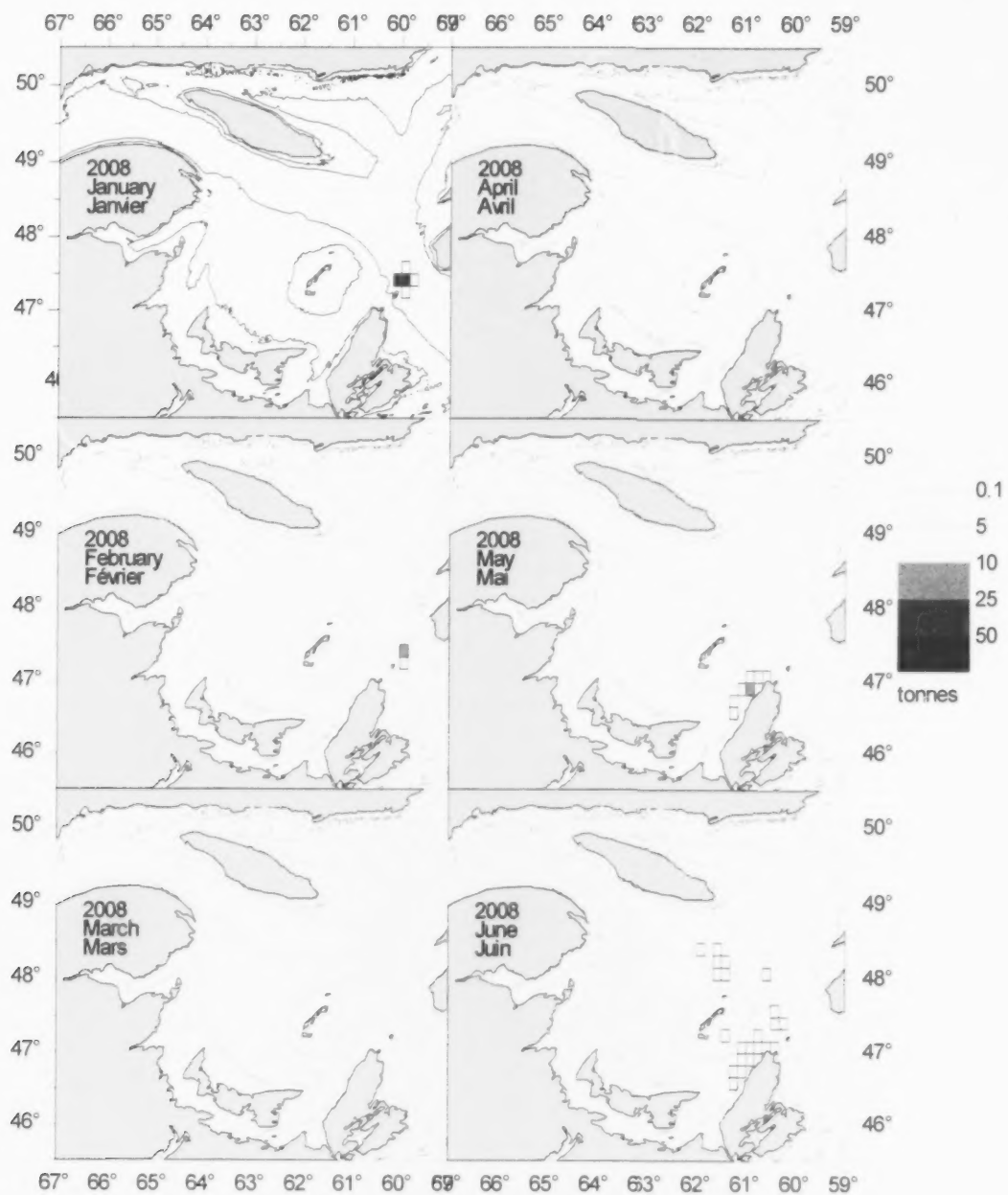


Figure 3: Catches (t) of cod by mobile gears by month in 10 x 10 minute squares, January – June, 2008.

Figure 3 : Prises de morue (t) des engins mobiles par mois et rectangle de 10 minutes, janvier à juin, 2008.

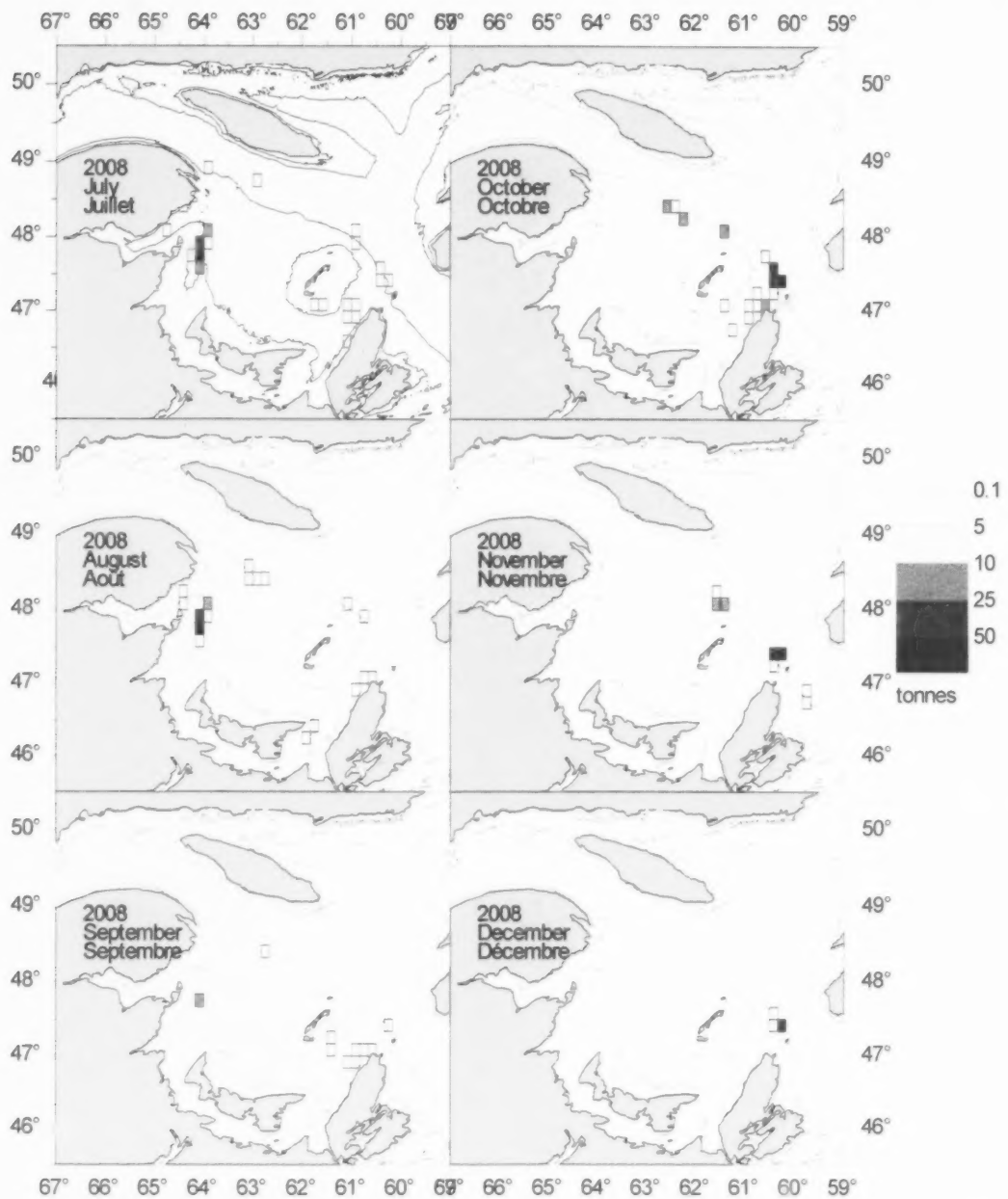


Figure 4: Catches (t) of cod by mobile gears by month in 10 x 10 minute squares, July – December, 2008.

Figure 4 : Prises de morue (t) des engins mobiles par mois et rectangle de 10 minutes, juillet à décembre, 2008.

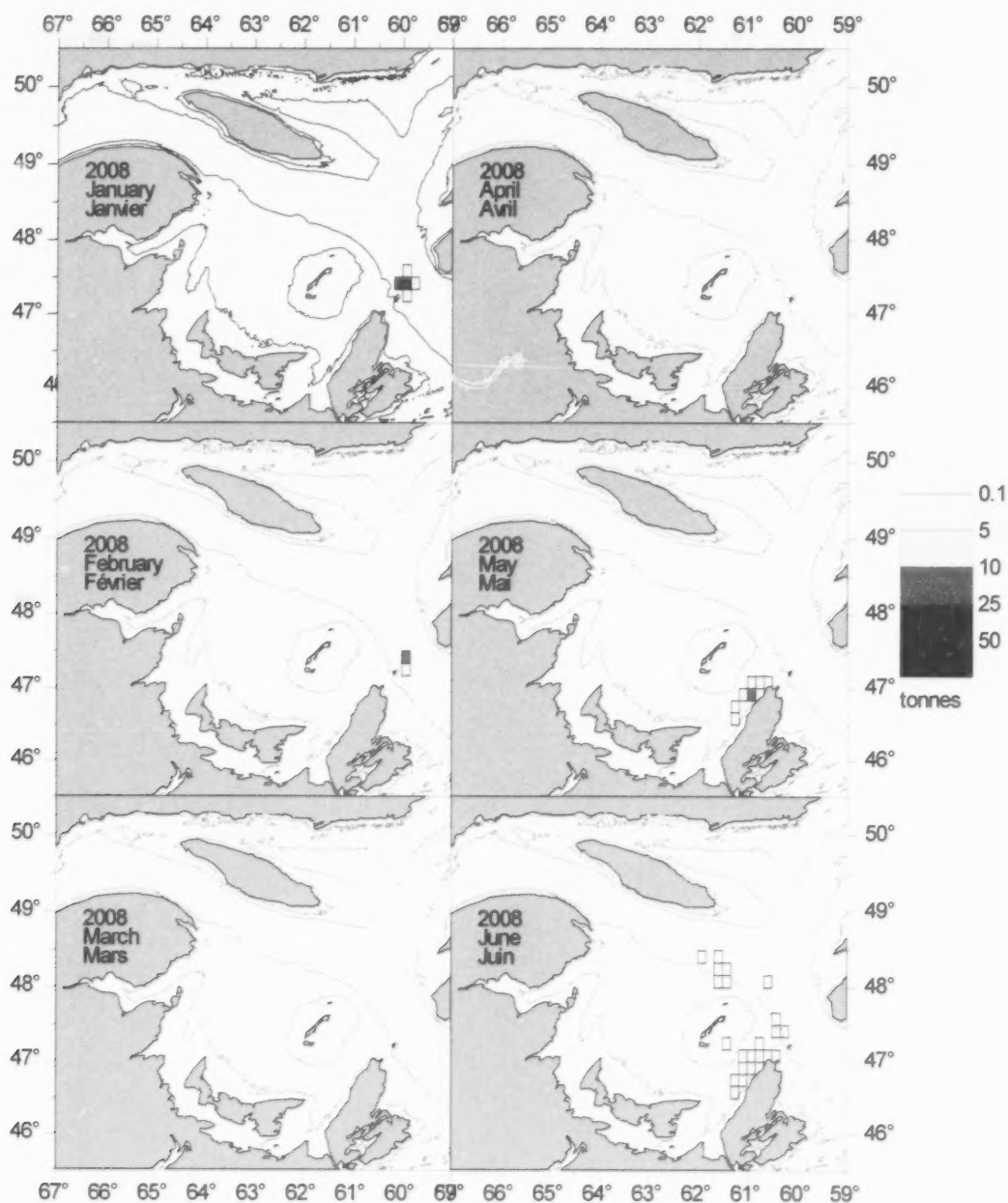


Figure 3: Catches (t) of cod by mobile gears by month in 10 x 10 minute squares, January – June, 2008.

Figure 3 : Prises de morue (t) des engins mobiles par mois et rectangle de 10 minutes, janvier à juin, 2008.

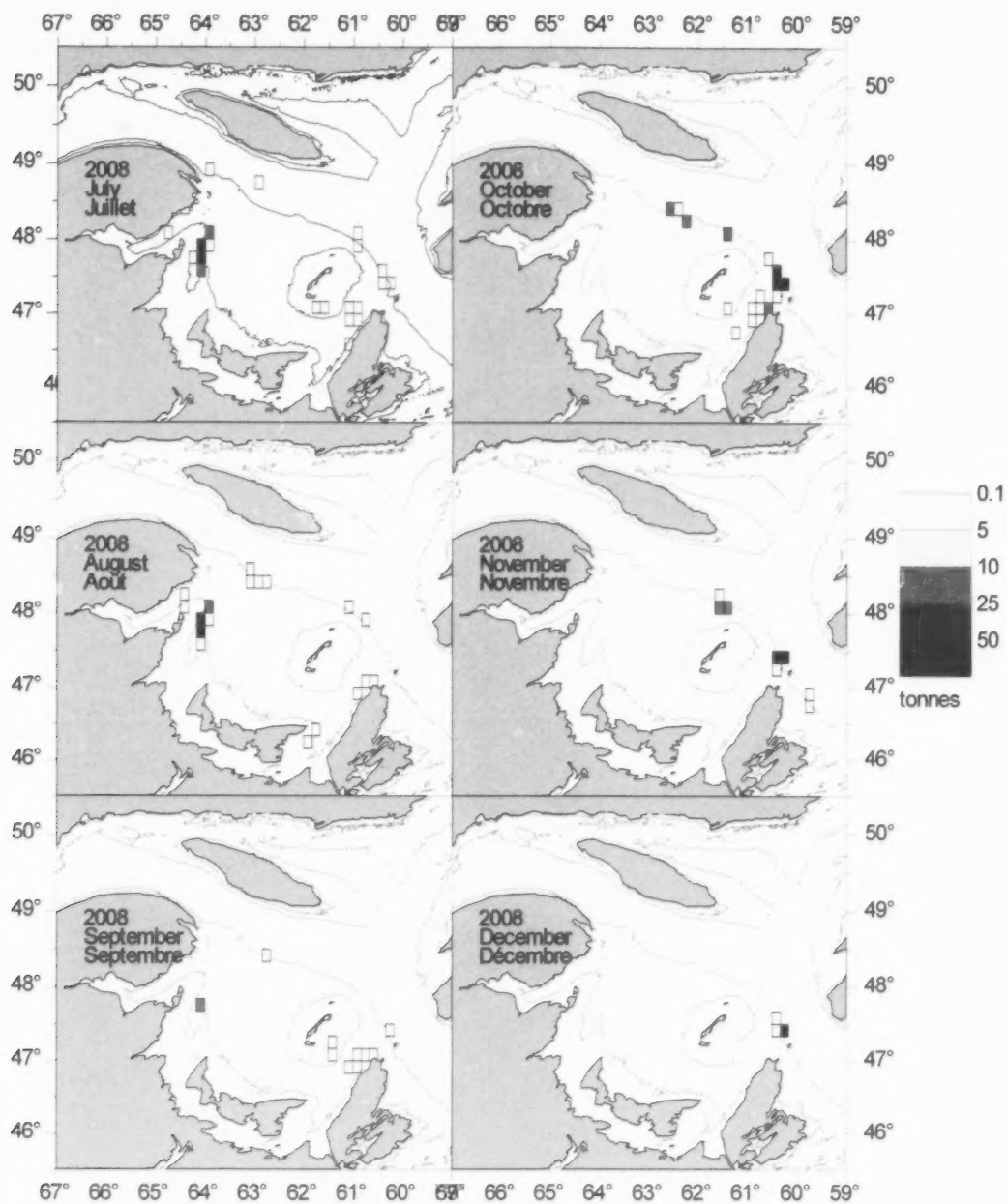


Figure 4: Catches (t) of cod by mobile gears by month in 10 x 10 minute squares, July – December, 2008.

Figure 4 : Prises de morue (t) des engins mobiles par mois et rectangle de 10 minutes, juillet à décembre, 2008.

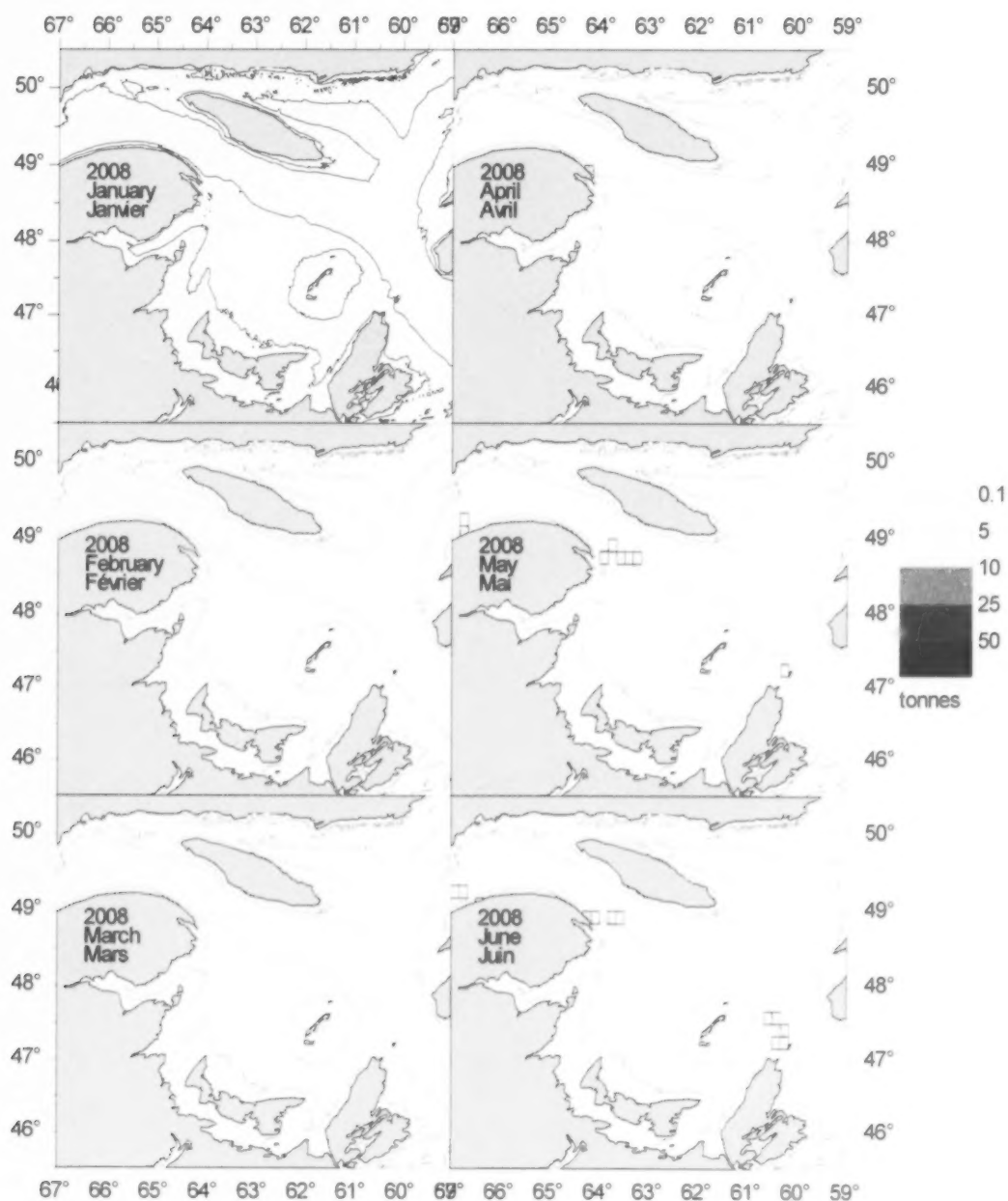


Figure 5: Catches of cod (t) by fixed gears by month in 10 x 10 minute squares, January – June, 2008.

Figure 5 : Prises de morue (t) des engins fixes par mois et rectangle de 10 minutes, janvier à juin, 2008.



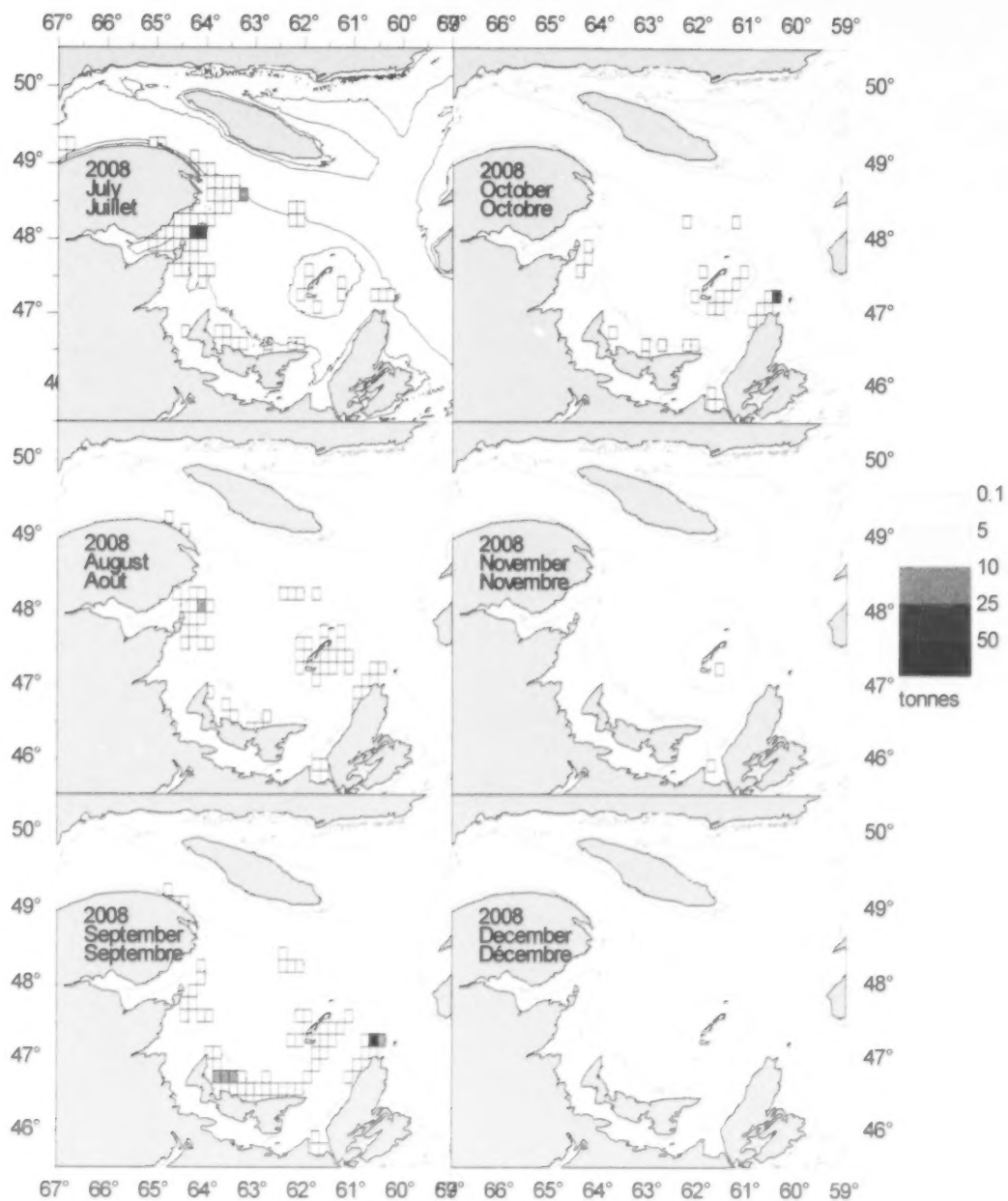


Figure 6: Catches of cod (t) by fixed gears by month in 10 x 10 minute squares, July – December, 2008.

Figure 6 : Prises de morue (t) des engins fixes par mois et rectangle de 10 minutes, juillet à décembre, 2008.

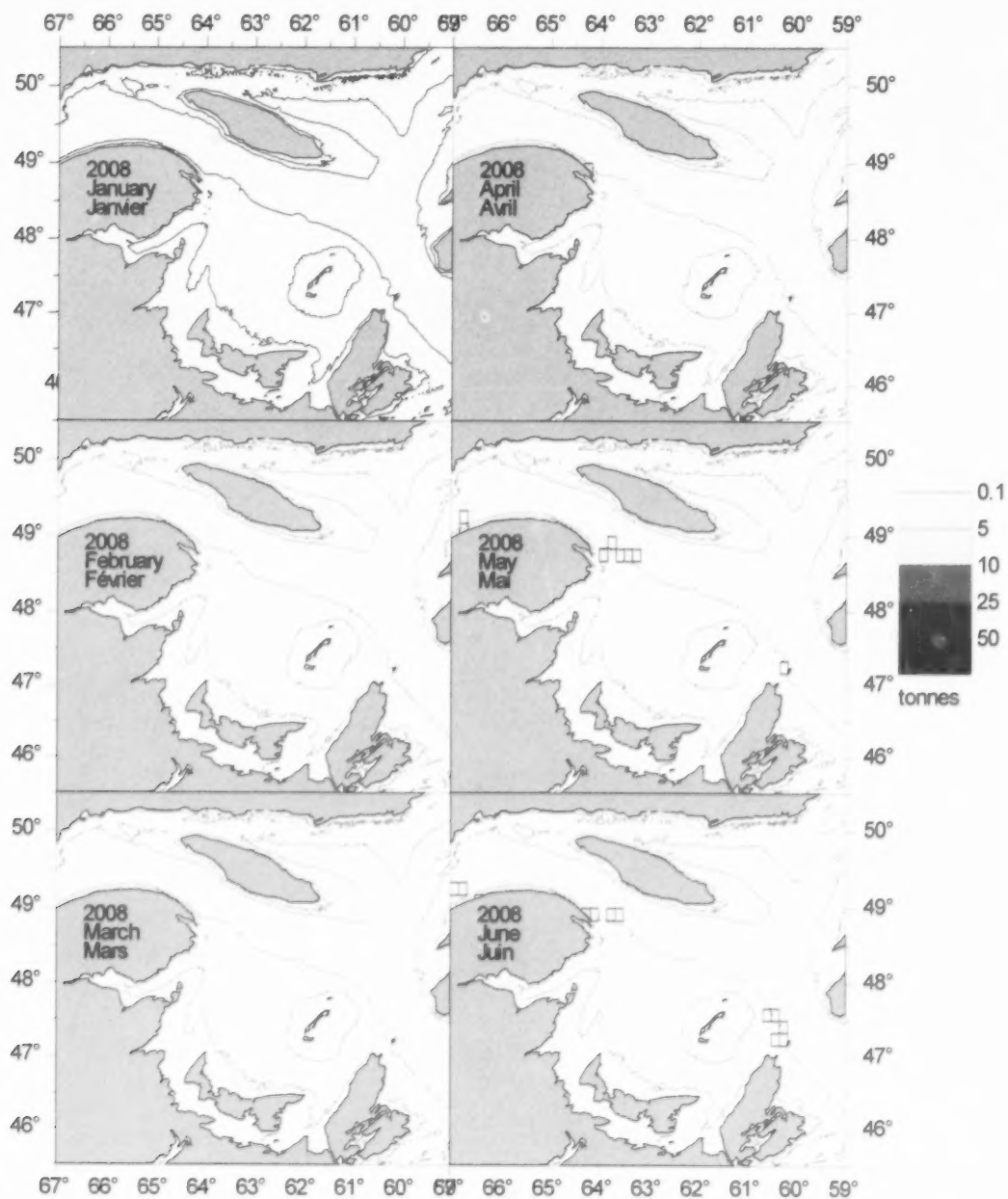


Figure 5: Catches of cod (t) by fixed gears by month in 10 x 10 minute squares, January – June, 2008.

Figure 5 : Prises de morue (t) des engins fixes par mois et rectangle de 10 minutes, janvier à juin, 2008.

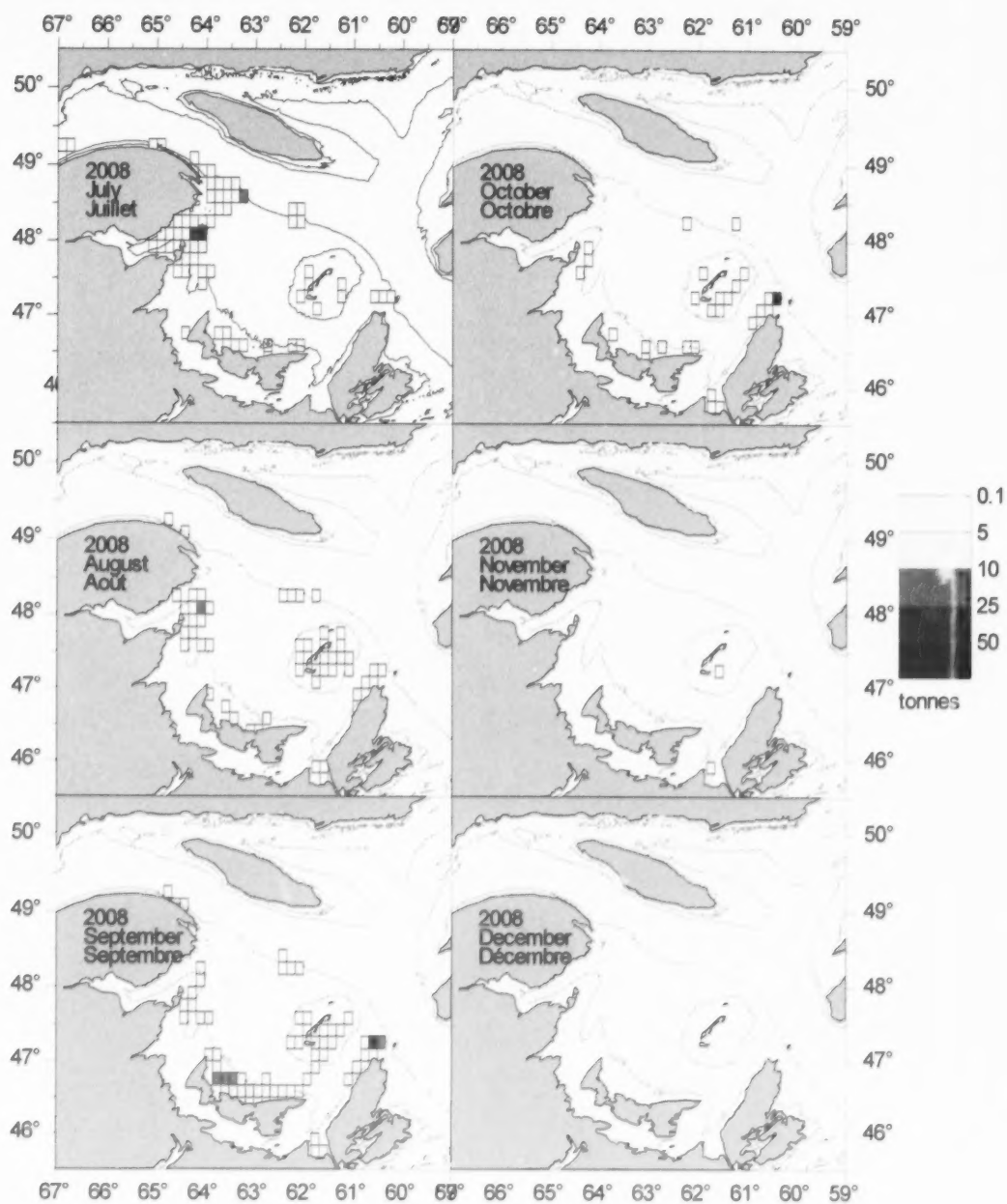


Figure 6: Catches of cod (t) by fixed gears by month in 10 x 10 minute squares, July – December, 2008.

Figure 6 : Prises de morue (t) des engins fixes par mois et rectangle de 10 minutes, juillet à décembre, 2008.

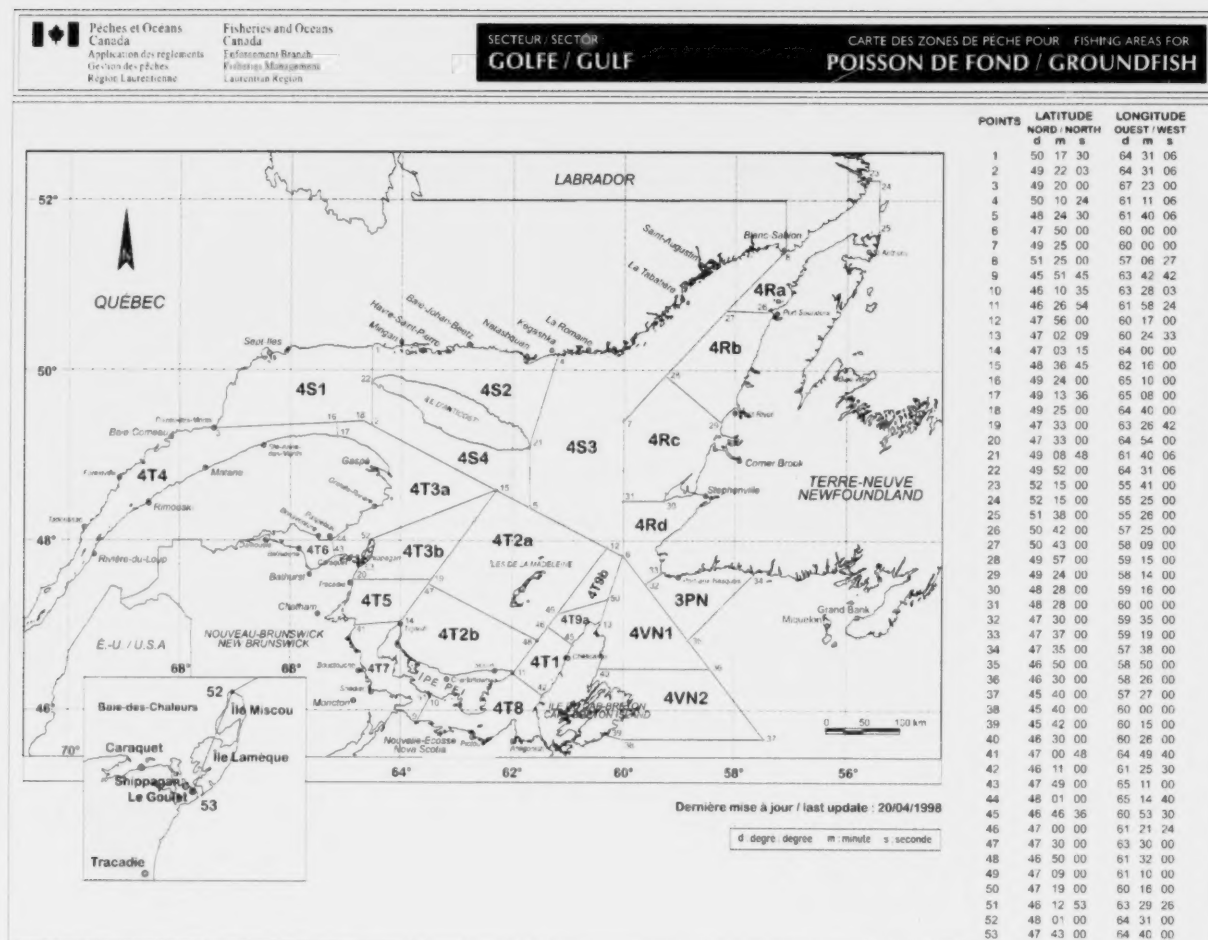


Figure 7: Groundfish fishing management zones in NAFO Division 4T.

Figure 7: Zones de gestion de la pêche du poisson de fond dans la division 4T de l'OPANO.

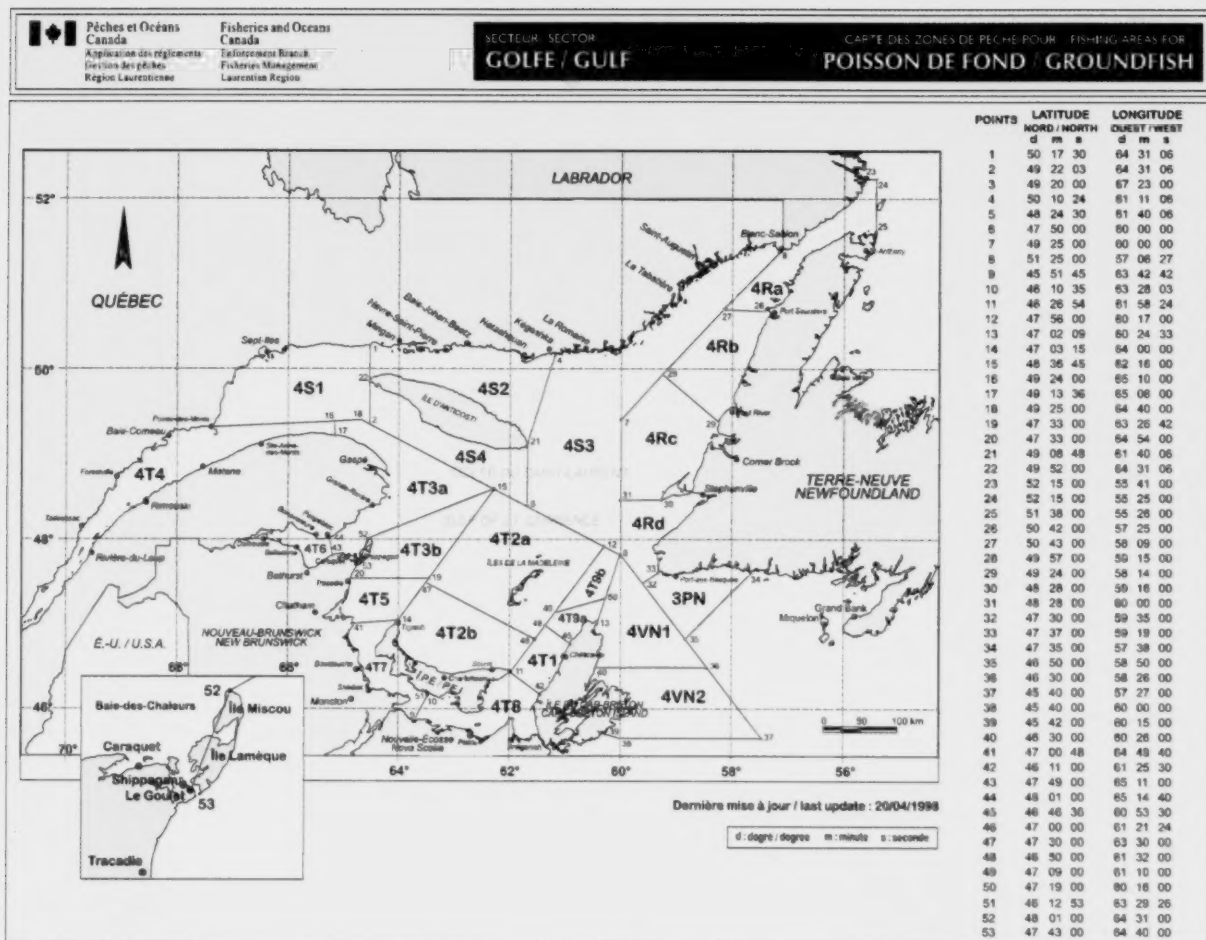


Figure 7: Groundfish fishing management zones in NAFO Division 4T.

Figure 7 : Zones de gestion de la pêche du poisson de fond dans la division 4T de l'OPANO.





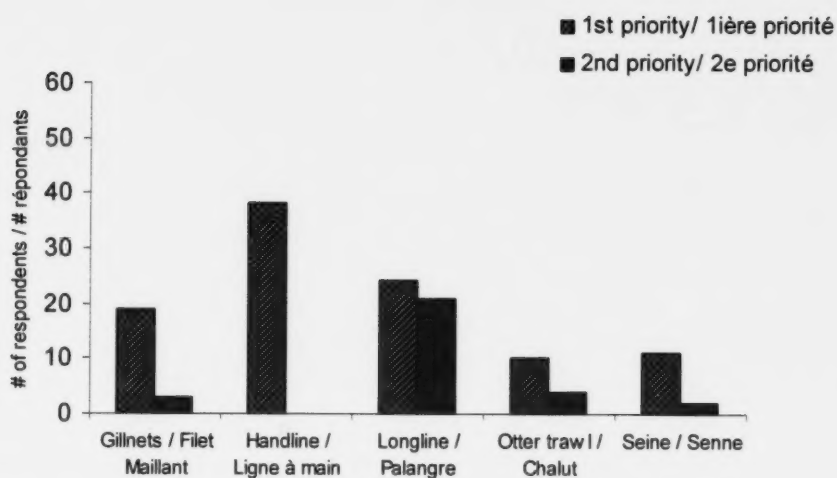


Figure 9: Fishing gear used 'most of the time' by respondents to the groundfish questionnaire who identified cod as their first or second priority in 2008.

Figure 9 : Engin de pêche utilisé 'la plupart du temps' en 2008 par les répondants au sondage sur les poissons de fond qui ont identifié la morue comme étant leur première ou deuxième priorité.

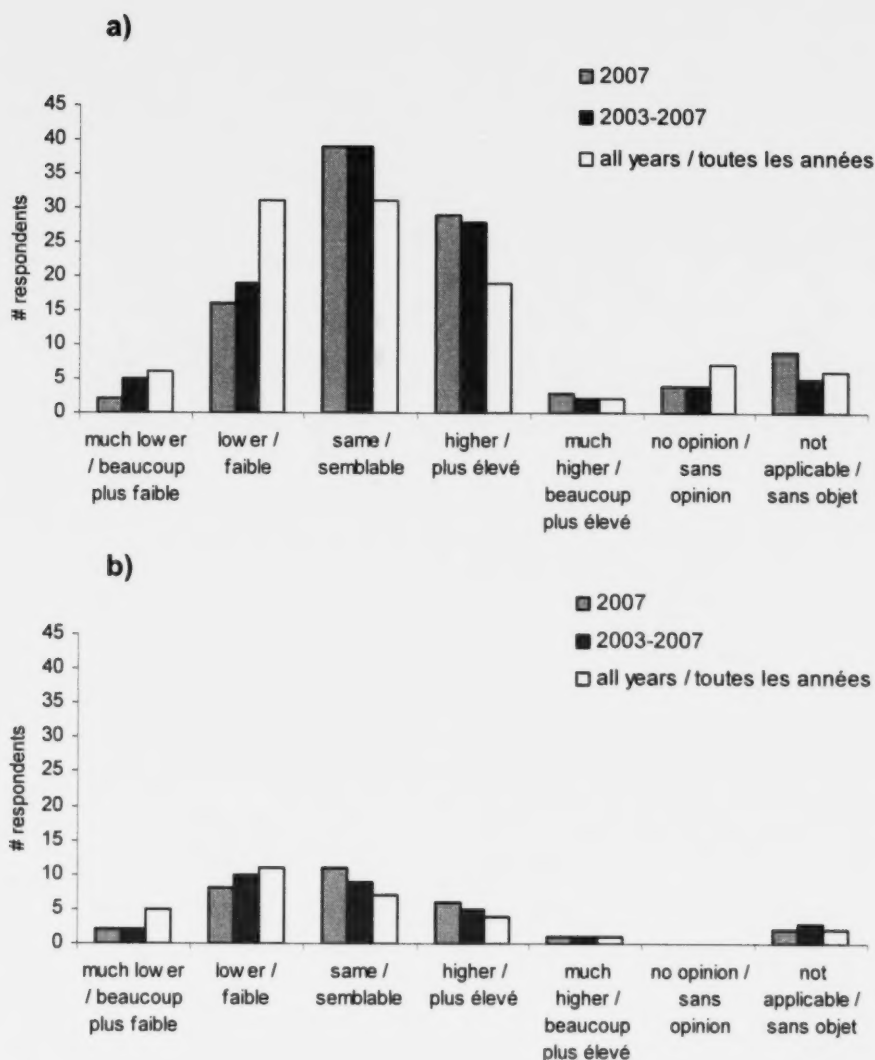


Figure 10: Opinions on cod abundance in the southern Gulf of St. Lawrence relative to 2007, 2003-2007 and all years, based on responses to the annual groundfish questionnaire of commercial fishers. The top panel (a) is for respondents who indicated cod as their first priority, the lower panel (b) is for respondents who indicated cod as their second priority.

Figure 10 : Opinions de l'abondance de la morue dans le sud du golfe du Saint-Laurent, relativement à 2007, 2003-2007 et toutes les années, d'après les réponses reçues des pêcheurs commerciaux au sondage annuel sur les poissons de fond. Le panneau du haut (a) est pour les répondants pour lesquels la morue était la première priorité; le panneau du bas (b) est pour ceux pour lesquels la morue était deuxième priorité.

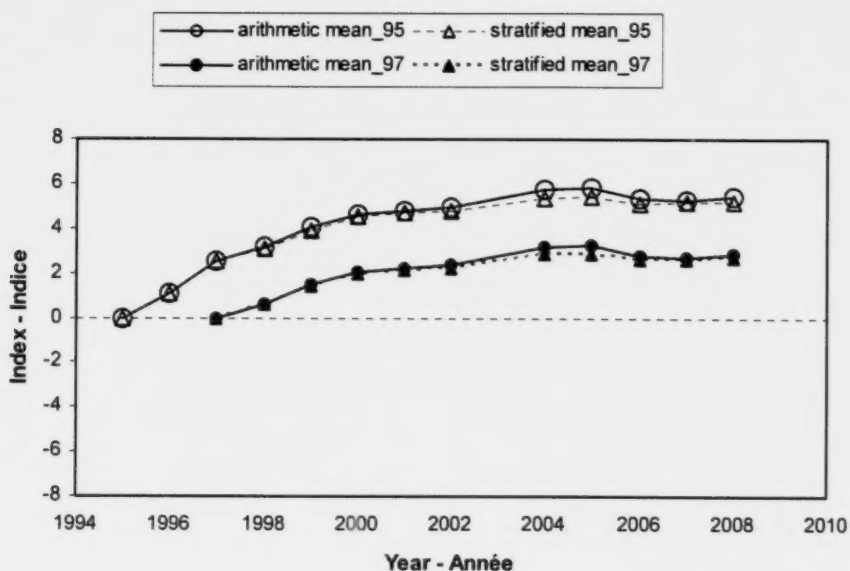
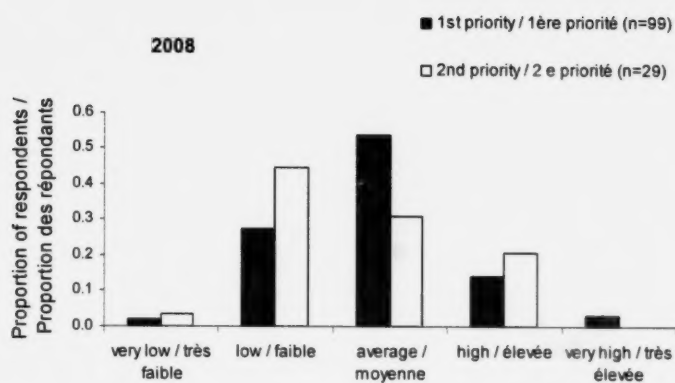


Figure 11: Indices of opinions (stratified and arithmetic computations) of cod abundance in the southern Gulf of St. Lawrence based on responses to the annual groundfish questionnaire of commercial fishers relative to 1995 (upper lines) and relative to 1997 (lower lines).

Figure 11 : Indices des opinions de l'abondance (calculs stratifié et arithmétique) de la morue dans le sud du golfe du Saint-Laurent d'après les réponses reçues des pêcheurs commerciaux au sondage annuel sur les poissons de fond. Les lignes supérieures représentent les opinions relatives à 1995 et les lignes inférieures sont relatives à 1997.

(a)



(b)

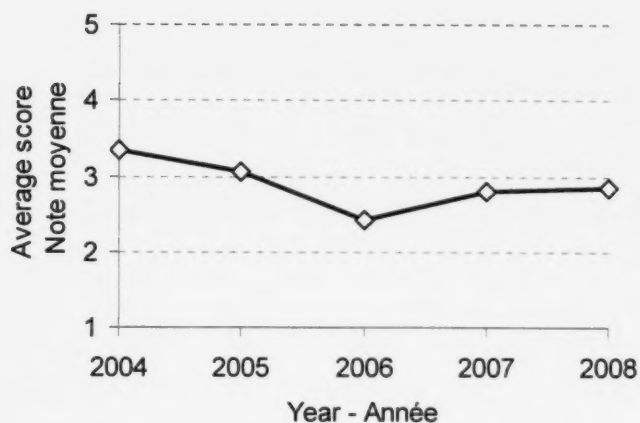


Figure 12: Opinions of absolute abundance of cod in the southern Gulf of St. Lawrence in 2008 (a) and index since 2004 (b).

Figure 12 : Opinions de l'abondance absolue de la morue du sud du golfe du Saint-Laurent en 2008 (a) et indice depuis 2004 (b).



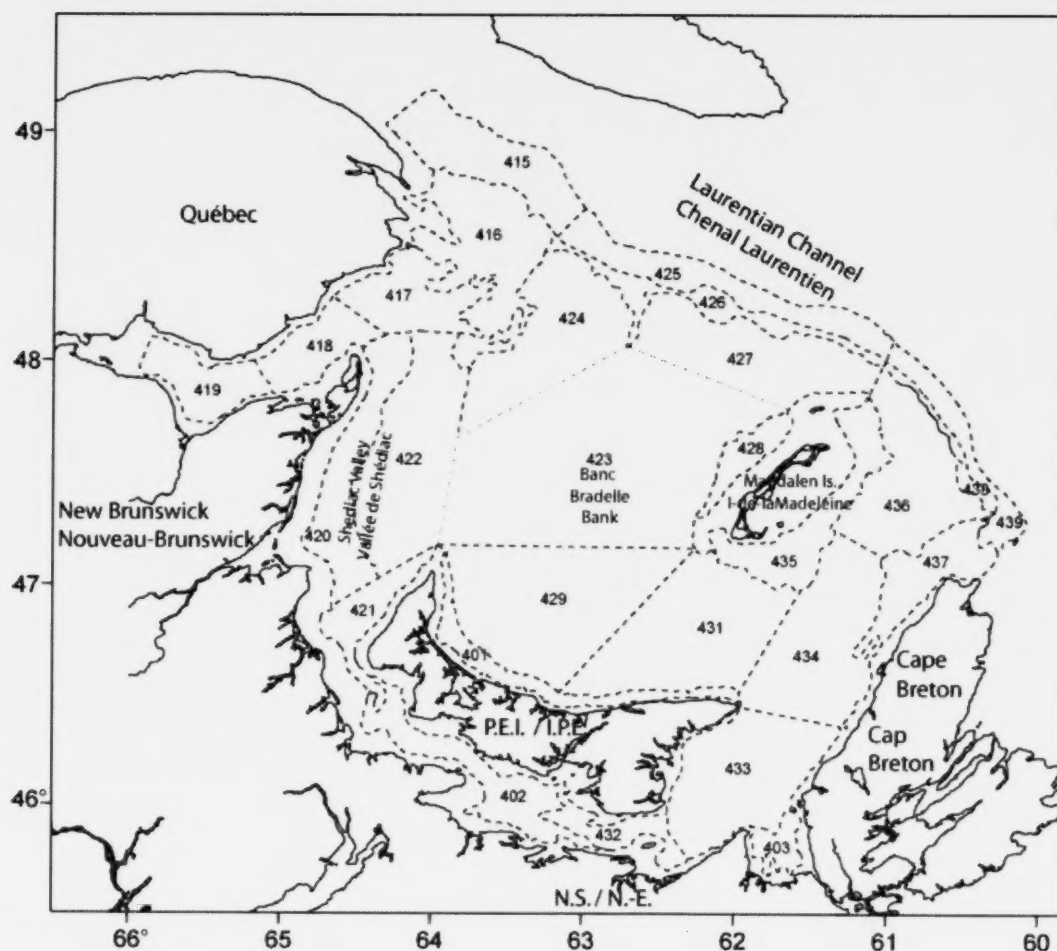


Figure 13: Stratification scheme for the southern Gulf of St. Lawrence September trawl survey. Strata depths are as follows: < 50 fathoms: 401-403, 417-424, 427-436 ; 51-100 fathoms: 416, 426, 437-438 ; > 100 fathoms: 415, 425, 439.

Figure 13 : Schéma de stratification pour le relevé au chalut de septembre du sud du golfe du Saint-Laurent. Les profondeurs des strates sont les suivantes : < 50 brasses : 401 à 403, 417 à 424, 427 à 436 ; 51 à 100 brasses : 416, 426, 437 à 438 ; > 100 brasses : 415, 425, 439.

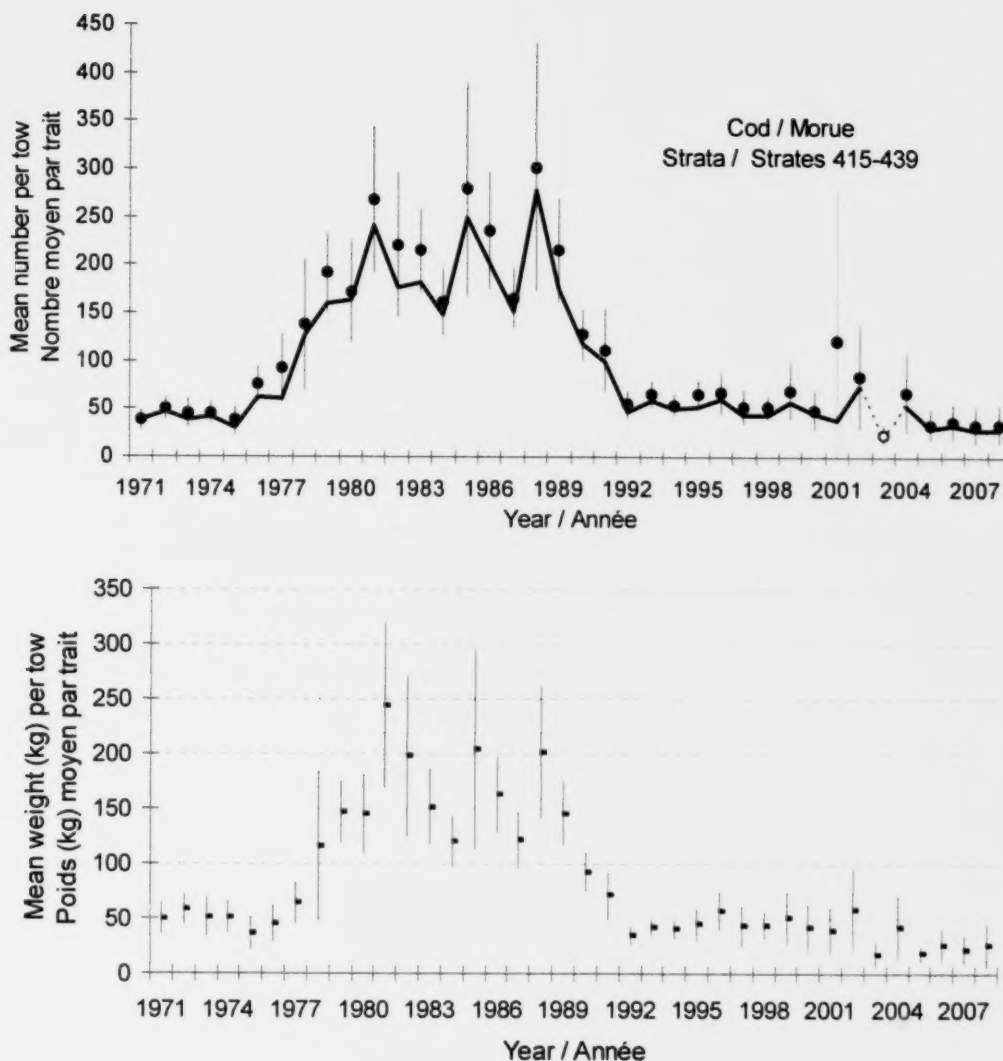


Figure 14: Mean number per tow (top) and mean weight per tow in kg (bottom) for ages 0+ cod in the southern Gulf of St. Lawrence September trawl surveys. The line in the top figure shows age 3+ numbers. Error bars indicate approximate 95% confidence intervals. The 2003 survey was incomplete and conducted with a vessel uncalibrated with the rest of the series.

Figure 14 : Nombre moyen de morues par trait de chalut (en haut) et poids moyen de morues en kilogrammes par trait de chalut (en bas) d'âge 0+ dans les relevés au chalut de septembre dans le sud du golfe du Saint-Laurent. La ligne dans la figure du haut montre l'évolution des poissons de 3 ans et plus en nombre. Les traits verticaux indiquent l'intervalle de confiance approximatif (95 %). Le relevé de 2003 était incomplet et a été mené avec un navire non-calibré avec le reste de la série.

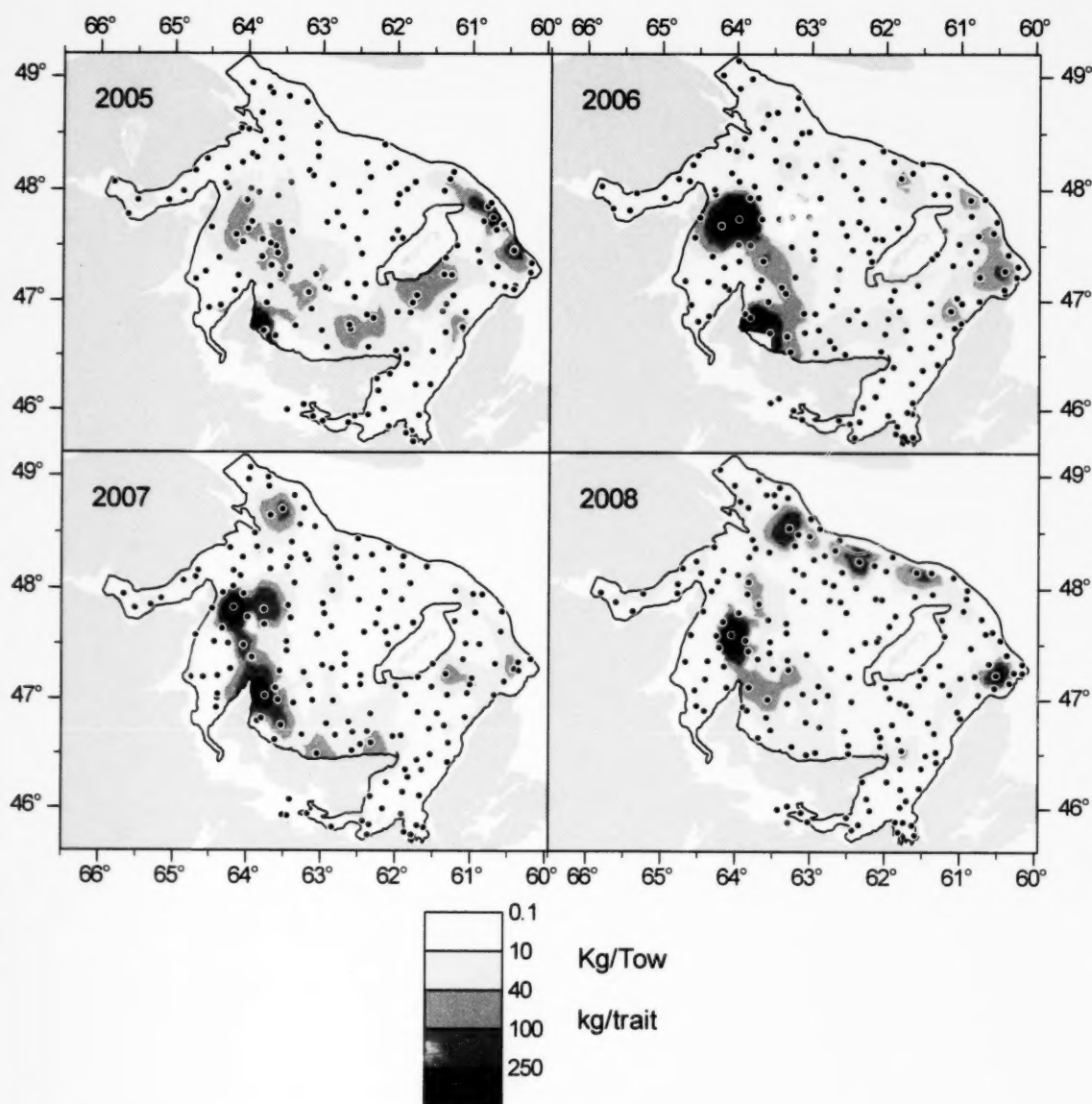


Figure 15: Cod catches (kg) in the southern Gulf of St. Lawrence September trawl survey from 2005 to 2008. The dots indicate the location of fishing sets.

Figure 15 : Prises de morue (kg) dans les relevés au chalut de septembre dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 2005 à 2008. Les points indiquent la position des traits.

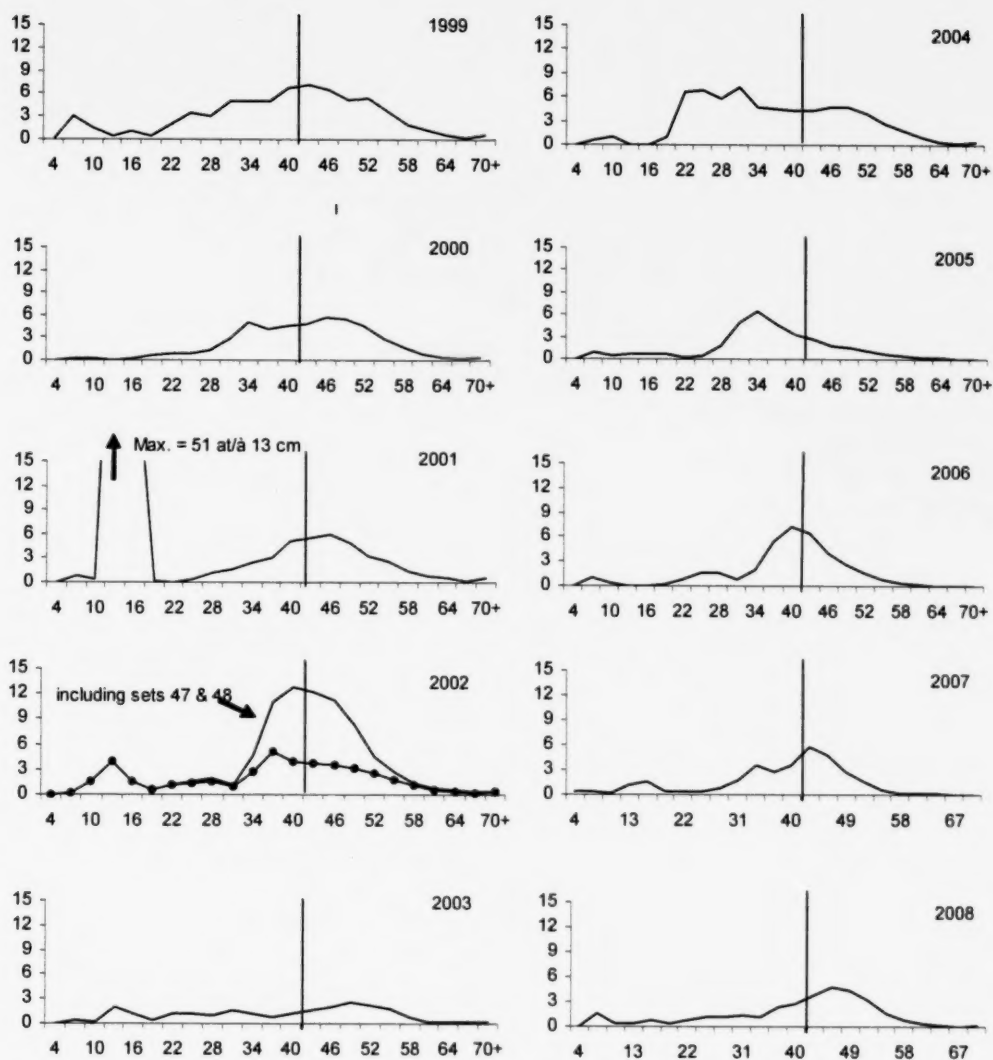


Figure 16: Length frequency (numbers per tow) of Atlantic cod in the southern Gulf of St. Lawrence September trawl surveys for 1998-2008. The vertical line indicates the regulated minimum size in the fishery (43 cm).

Figure 16 : Distribution des fréquences de longueurs (nombre par trait) de la morue dans les relevés au chalut de septembre dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 1998 à 2008. Le trait vertical indique la taille minimale réglementée dans la pêche (43 cm).

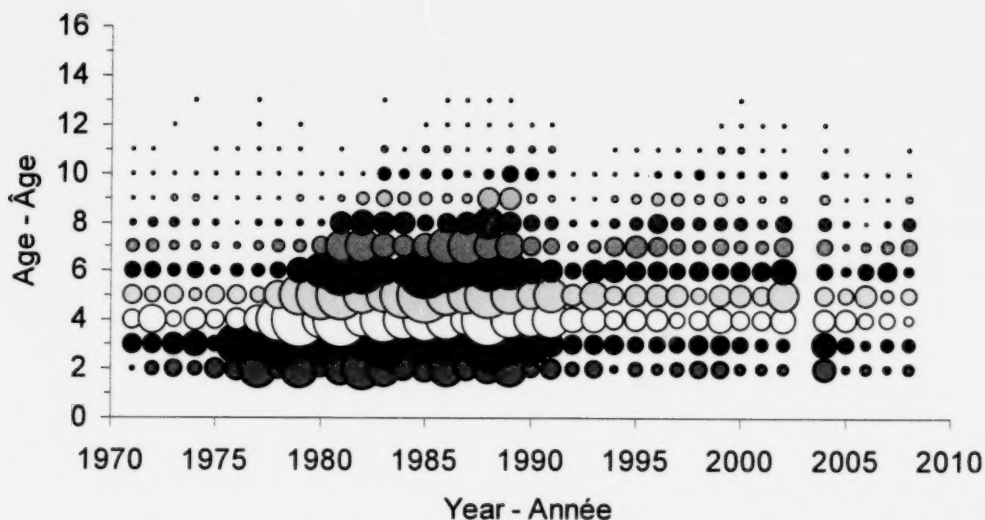


Figure 17: Indices of relative abundance (numbers per tow at age) for Atlantic cod from the southern Gulf of St. Lawrence September trawl survey, 1971-2008. Circle area is proportional to catch rate at age. (See details in Table 12).

Figure 17: Indices d'abondance relative (nombre par trait à l'âge) pour la morue d'atlantique provenant du relevé scientifique de septembre du sud du golfe du Saint Laurent, 1971-2008. L'aires des cercles sont proportionnels aux taux des prises à l'âge (voir détails au tableau 12).

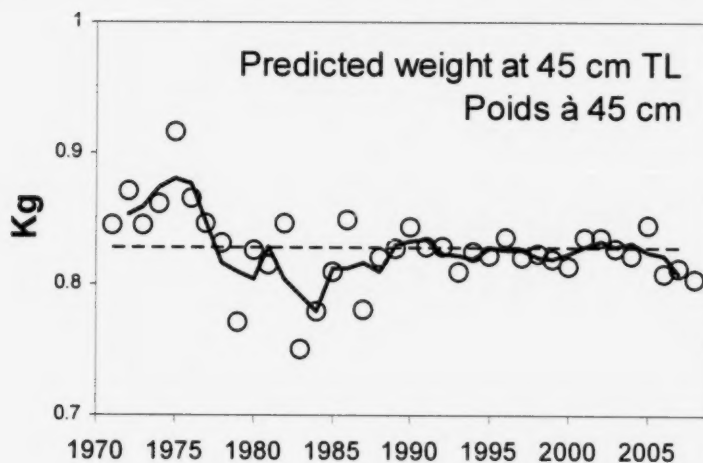


Figure 18: Condition indices derived from length and weight data collected during the September trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence; the predicted weight for a 45 cm cod from the annual length-weight relationships.

Figure 18 : Indices de condition calculés à partir des données de longueurs et de poids recueillies durant les relevés au chalut de septembre dans le sud du golfe du Saint-Laurent; le poids prévu d'une morue de 45 cm à partir des relations longueur-poids annuelles.



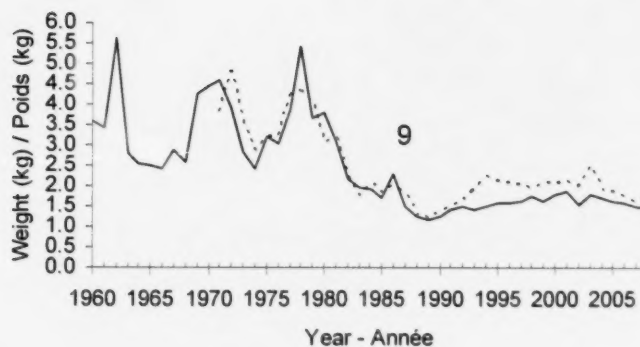
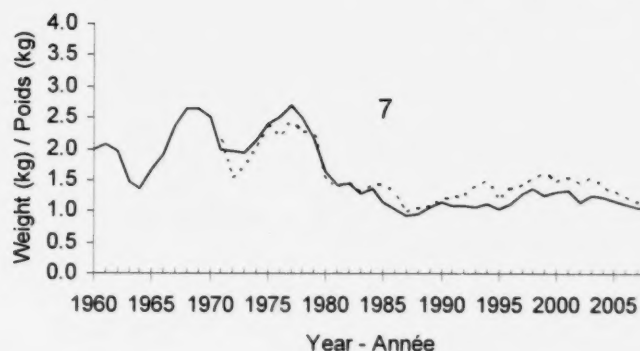
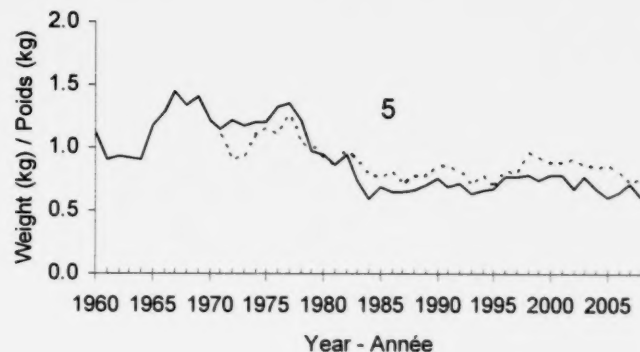


Figure 19: Trends in mean weights (kg) at ages 5 (upper), 7 (middle) and 9 (lower) of southern Gulf of St. Lawrence cod from the research vessel survey (solid lines), 1960 to 2008, and the commercial fishery (dashed lines), 1971 to 2008. Data from 1960 to 1970 are from non stratified-random surveys.

Figure 19 : Tendances des poids moyens (kg) à 5 (en haut), 7 (au milieu) et 9 ans (en bas) de la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établies à partir des relevés par navire de recherche (traits solides) 1960 à 2008, et à partir des prises réalisées par la pêche commerciale (traits pointillés), 1971 à 2008. Les données de 1960 à 1970 proviennent de relevés qui n'adhéraient pas à un schéma d'échantillonnage aléatoire stratifié.

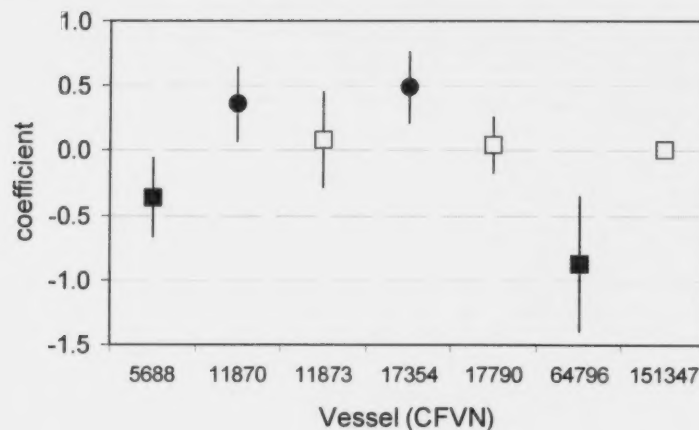


Figure 20: Fishing efficiency coefficients and their confidence intervals for the vessels used to conduct the August sentinel trawl surveys in terms of catch weight. Filled symbols denote vessels that differ from the reference vessel (151347). Vessels denote by the same filled symbols do not differ significantly from each other.

Figure 20 : Les coefficients d'efficacité de pêche et leurs intervalles de confiance pour les navires utilisés pour les relevés sentinelle au chalut du mois d'août pour les prises en poids. Les symboles pleins indiquent les navires qui diffèrent du navire de référence (151347). Les navires, avec les mêmes symboles, ne sont pas différents entre eux significativement.

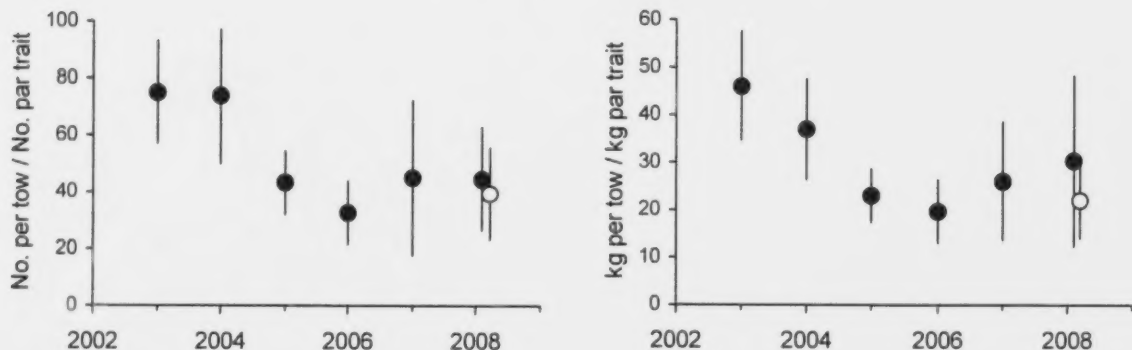


Figure 21: Mean number per tow (left) and mean weight per tow in kg (right) for ages 0+ cod in the southern Gulf of St. Lawrence August sentinel trawl survey, 2003 to 2008. Data have been adjusted for vessel differences. Error bars indicate approximate 95% confidence intervals. Open circles show the mean catch rates for 2008 omitting the tow 392.

Figure 21 : Nombre moyen de morues par trait de chalut (gauche) et poids moyen de morues en kilogrammes par trait de chalut (droite) d'âge 0+ dans les relevés sentinelles au chalut du mois d'août dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2003 à 2008. Les données ont été ajustées pour les différences entre navires. Les traits verticaux indiquent l'intervalle de confiance approximatif (95 %). Le cercle vide montre le taux moyen des prises pour 2008 sans le trait 392

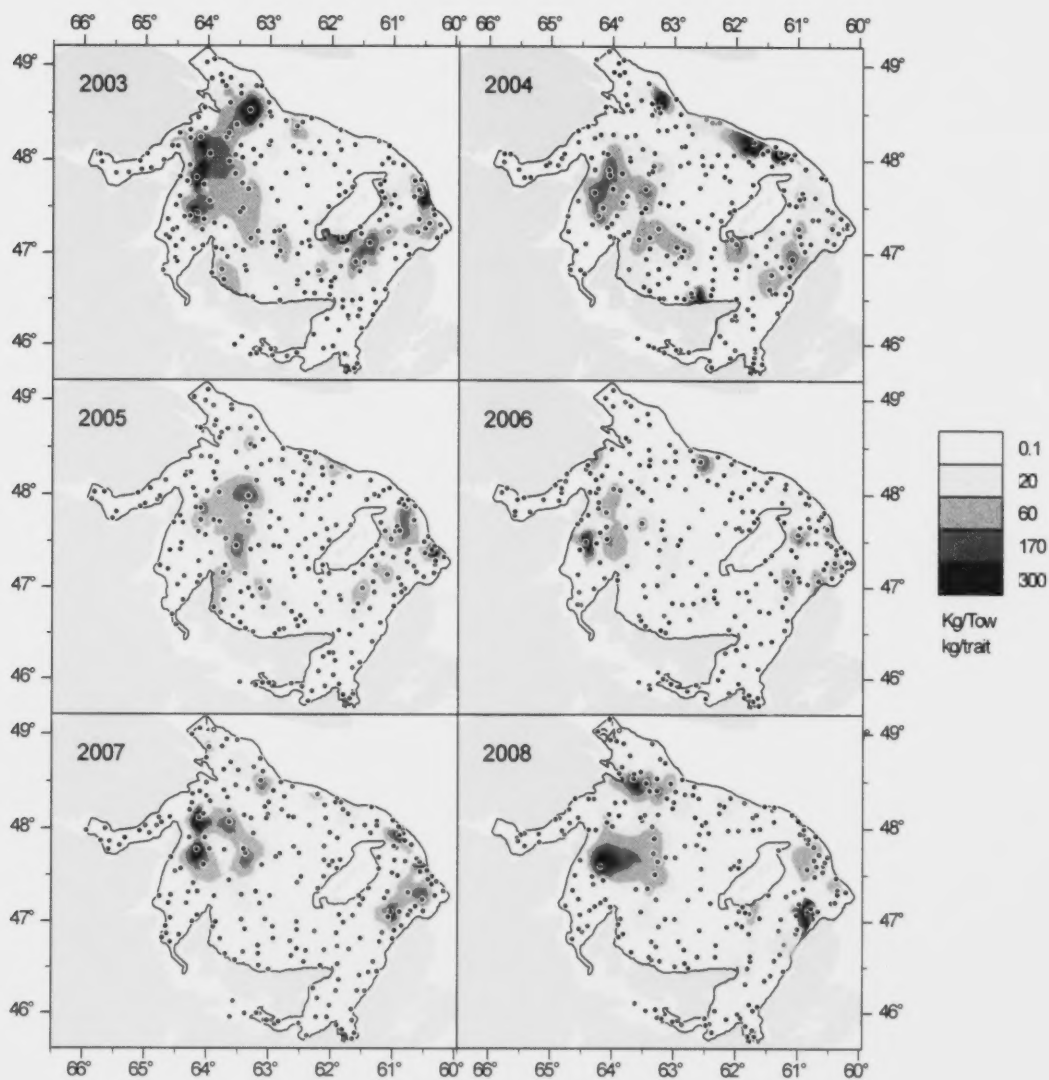


Figure 22: Cod catches (kg) in the southern Gulf of St. Lawrence from August sentinel trawl surveys of 2003 to 2008. Catches have been adjusted for vessel differences. The dots indicate the location of fishing sets.

Figure 22 : Prises de morue (kg) provenant des relevés sentinelles au chalut d'août dans le sud du golfe du Saint-Laurent, de 2003 à 2008. Les prises ont été ajustées pour prendre en compte les différences entre les navires. Les points indiquent la position des traits.

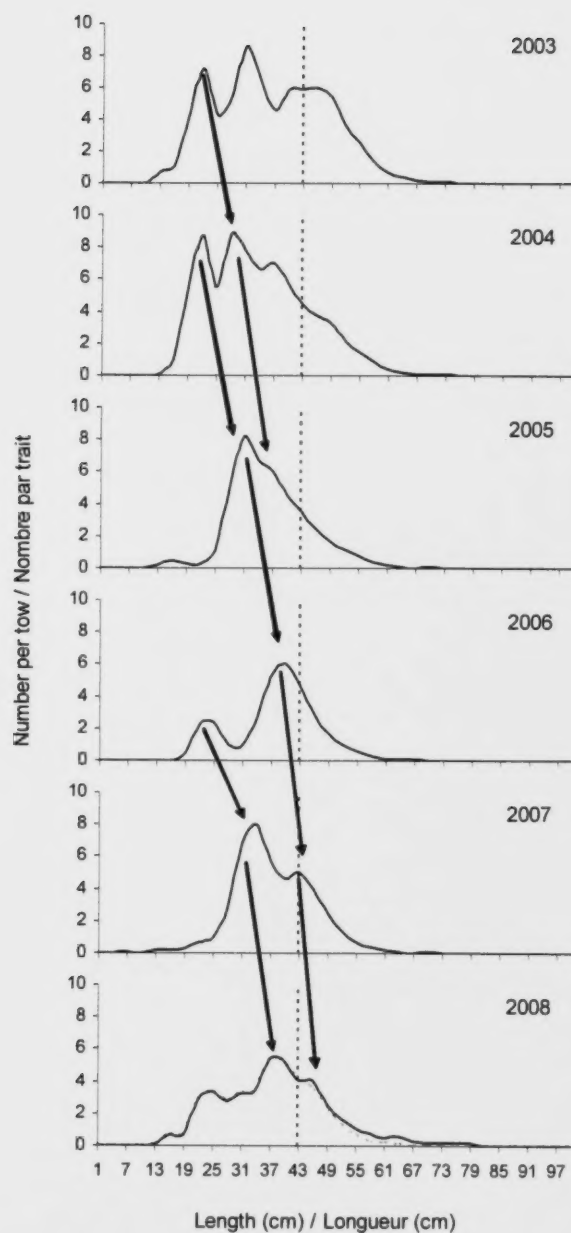


Figure 23: Length frequencies for cod in the August sentinel trawl survey, 2003 to 2008. Vertical line indicates the minimum commercial size for cod, 43 cm. Arrows show approximate progression of year-classes. Dotted line shows the length distribution in 2008 omitting set 392.

Figure 23 : Fréquences de longueur pour la morue dans les relevés sentinelles d'août au chalut, pour 2003 à 2008. Les traits verticaux indiquent la taille minimale réglementée dans la pêche (43 cm). Les flèches indiquent la progression approximative des classes d'âges. La ligne pointillée représente la distribution des longueurs de 2008 sans le trait 392.

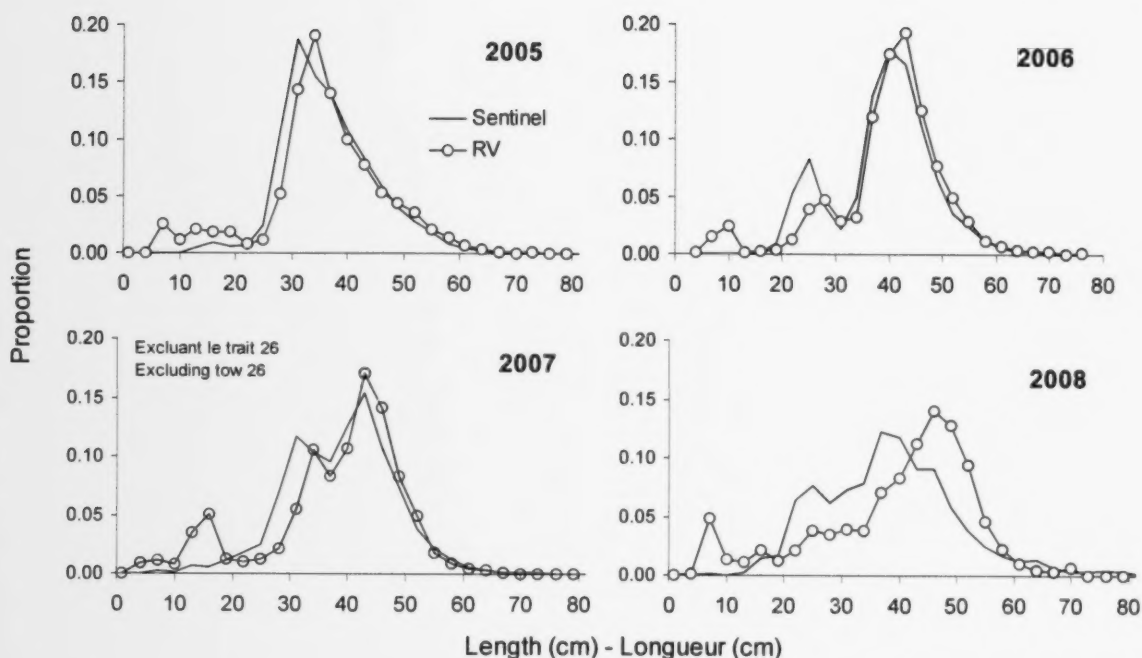


Figure 24: Length frequencies for cod from the August sentinel trawl survey (solid line) and the September research vessel trawl survey (line with circles) in 2005 – 2008. The 2007 sentinel length frequency excludes tow 26.

Figure 24 : Fréquences de longueur pour la morue du relevé sentinelle au chalut d'août (trait solide) et du relevé au chalut de septembre (trait avec cercles) en 2005 – 2008. Les fréquences de longueur de 2007 n'inclut pas le trait 26.



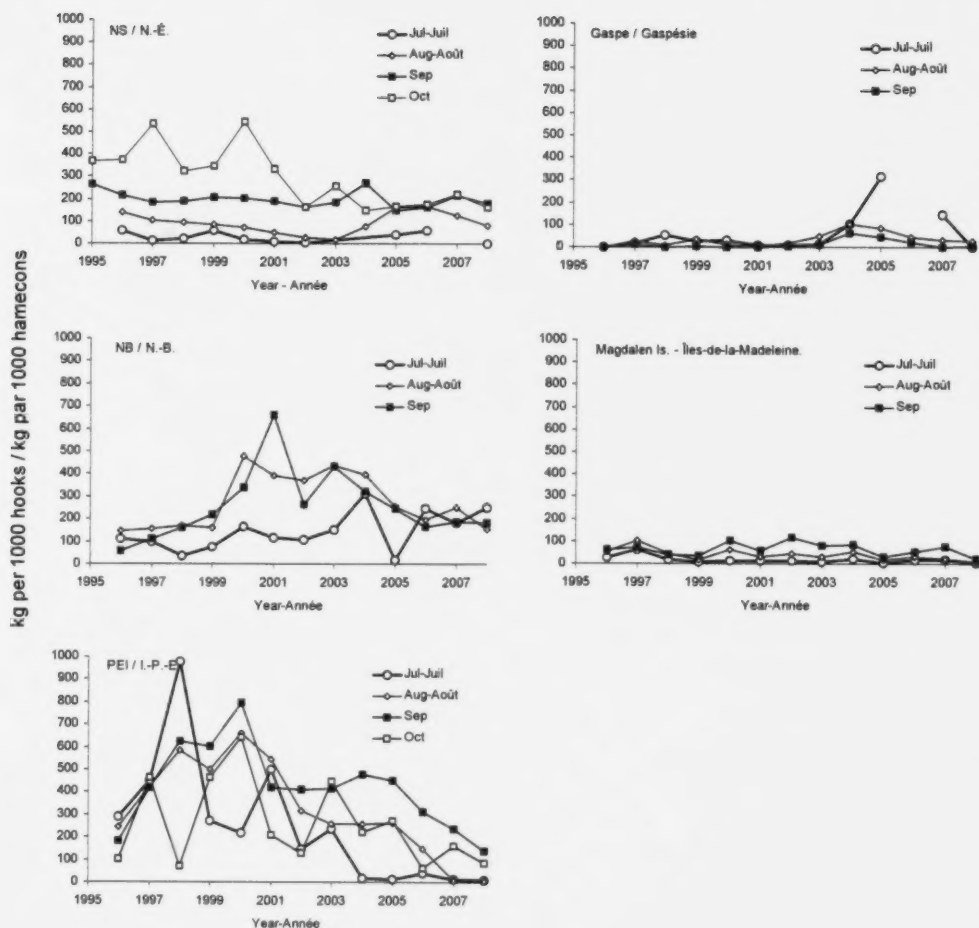


Figure 25: Monthly non-standardized catch rates by province for sites that have been consistently fished from the sentinel longline surveys.

Figure 25 : Taux de capture mensuels non-standardisés par province des sites exploités de façon constante à partir des relevés sentinelles par palangre.

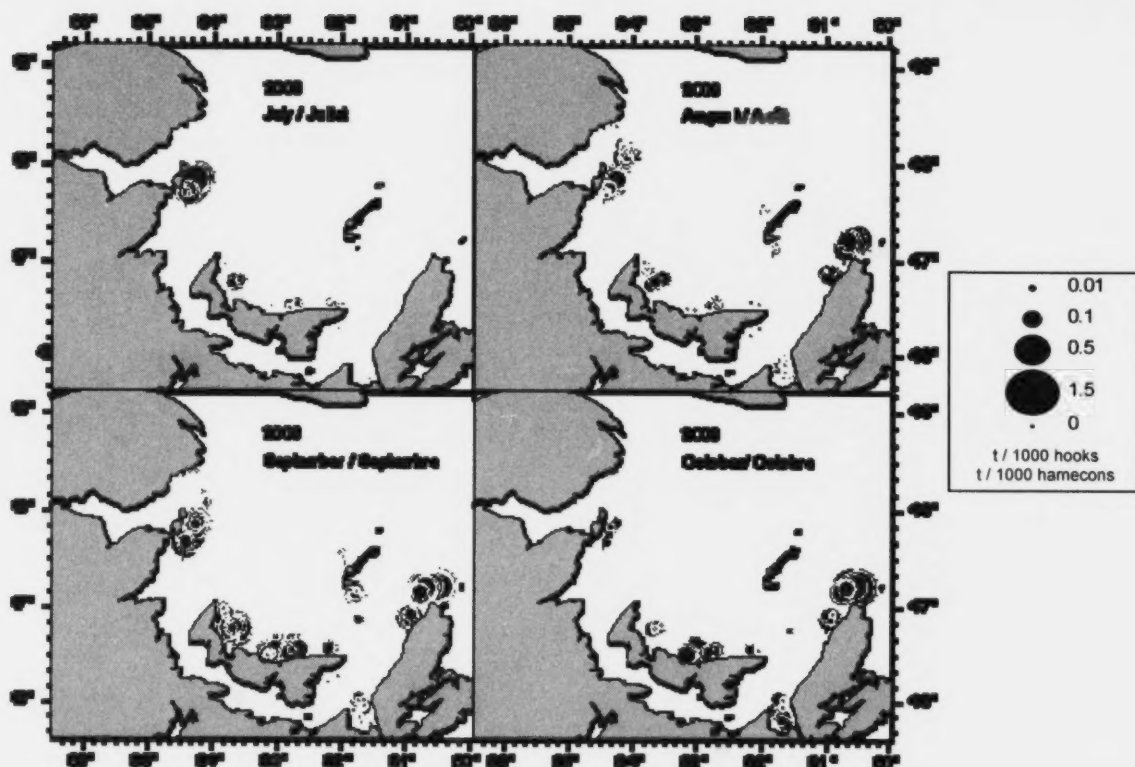


Figure 26: Location of fishing sets (dots) and catch rates (circles, tonne/1000 hooks) during the sentinel longline surveys in 2008.

Figure 26 : Position des activités de pêche et taux de capture (cercles, tonne/1000 hameçons) lors des relevés sentinelles palangres en 2008.

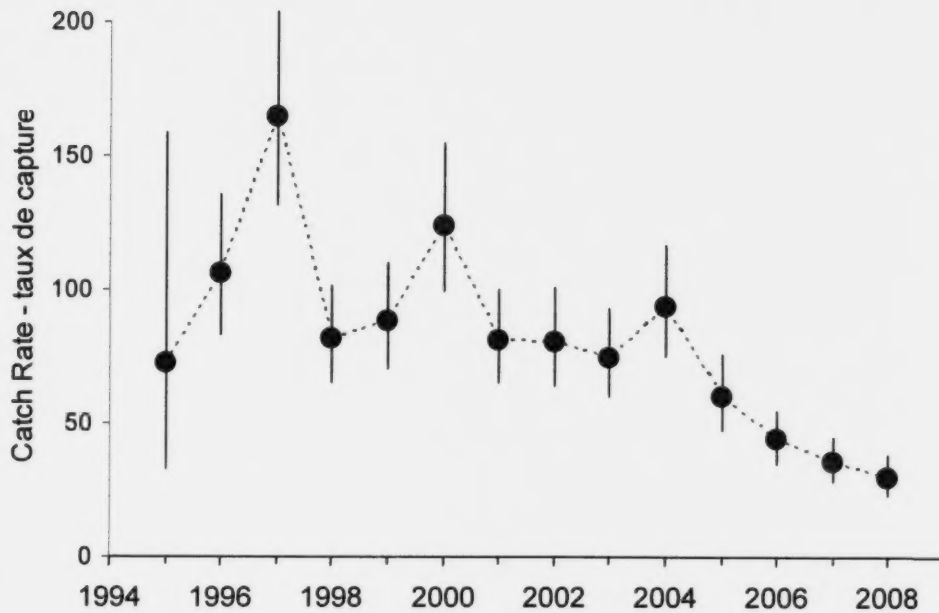


Figure 27: Standardized catch rates (kg per 1,000 hooks) in the longline sentinel surveys in the southern Gulf of St. Lawrence, 1995 to 2008. Error bars indicate approximate 95% confidence intervals.

Figure 27 : Indices de taux de prises standardisés (kg par 1 000 hameçons) pour les palangriers dans les relevés sentinelles effectués dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1995 à 2008. Les traits verticaux indiquent l'intervalle de confiance approximative (95 %).

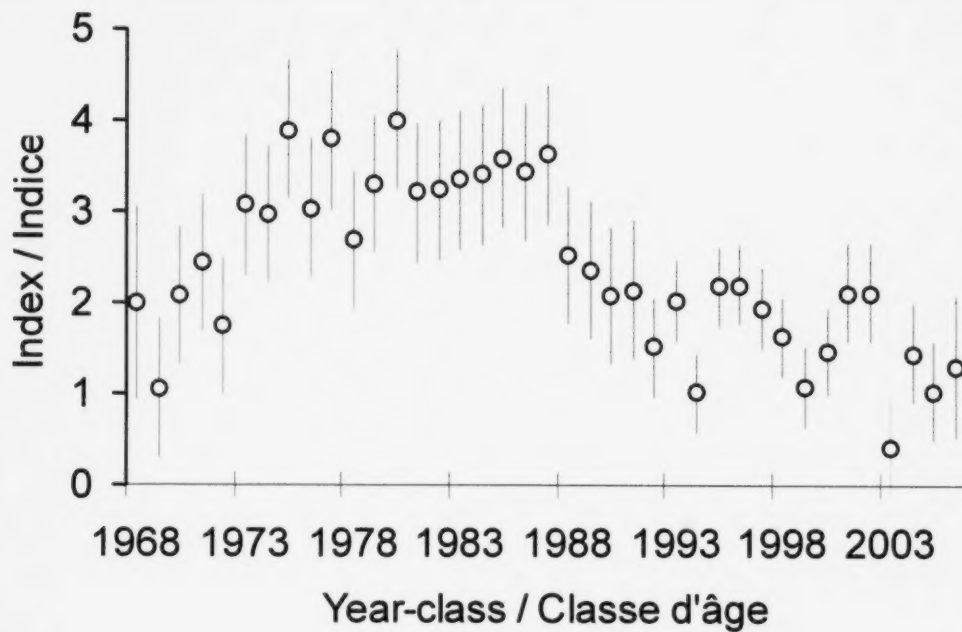


Figure 28: Year-class strength index (least squares means of year-class parameter  $\pm 2$  se) from the multiplicative analysis of abundance indices at ages 2 and 3.

Figure 28 : Indice de classe d'âge (estimés par les moindres carrés du paramètre de classe d'âge  $\pm 2$  écarts type) de l'analyse multiplicative des taux de capture des âges 2 et 3 des indices d'abondance.

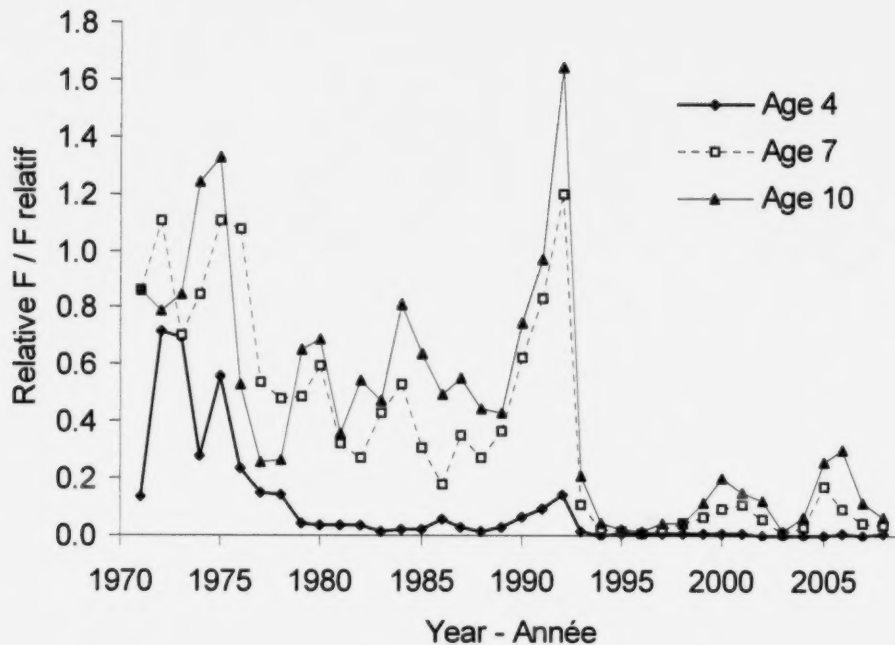


Figure 29: Trends in relative fishing mortality estimated as the ratio of catch at age divided by the September research vessel trawl survey population estimates at age for southern Gulf cod. Trends are presented for ages 4, 7, and 10.

Figure 29 : Tendence de la mortalité relative par pêche estimée par le ratio des prises selon l'âge divisé par les estimations de la population découlant du relevé au chalut de septembre selon l'âge pour la morue du sud du golfe. Les tendances sont présentées pour les âges 4, 7 et 10.



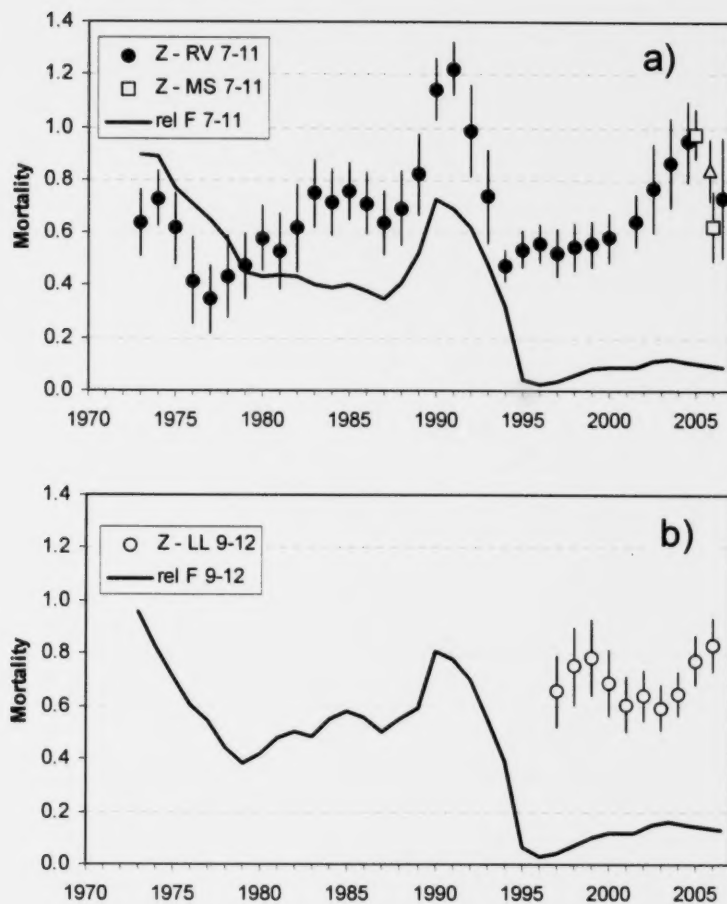


Figure 30: Total mortality ( $Z$ ) estimates derived from survey data. Estimates are from an analysis of covariance of the catch rates at age in a) the September RV survey (closed circles) and August mobile sentinel survey (open squares or triangle) or b) the longline sentinel survey (open circles). Estimates are for moving 5-yr blocks, plotted at the center of each block. Vertical lines are 95% confidence intervals. The triangle in panel a) shows the August survey estimate for 2004-2008 omitting set 392 in 2008. Lines are relative fishing mortality for ages 7-11 yr (a) or 9-12 yr (b), averaged over the same 5-yr blocks.

Figure 30 : Taux de mortalité totale ( $Z$ ) calculé à partir des données des relevés. Estimés d'une analyse de covariance des taux de capture selon l'âge a) du relevé scientifique (cercles opaques) et du relevé sentinelle mobile (carrés et triangle vides) ou b) du relevé sentinelle des palangriers (cercles vides). Les estimés sont pour des groupes de 5 années mobiles représentés graphiquement par le centre de chaque groupe. Les traits verticaux sont l'intervalle de confiance approximatif (95 %). Le triangle dans le panneau a) montre l'estimé du relevé sentinelle mobile de 2004 à 2008 en omettant le trait 392 en 2008. Les lignes sont la mortalité relative par la pêche pour les âges 7-11 ans (a) ou 9-12 ans (b), qui sont la moyenne sur les mêmes groupes de 5 années.

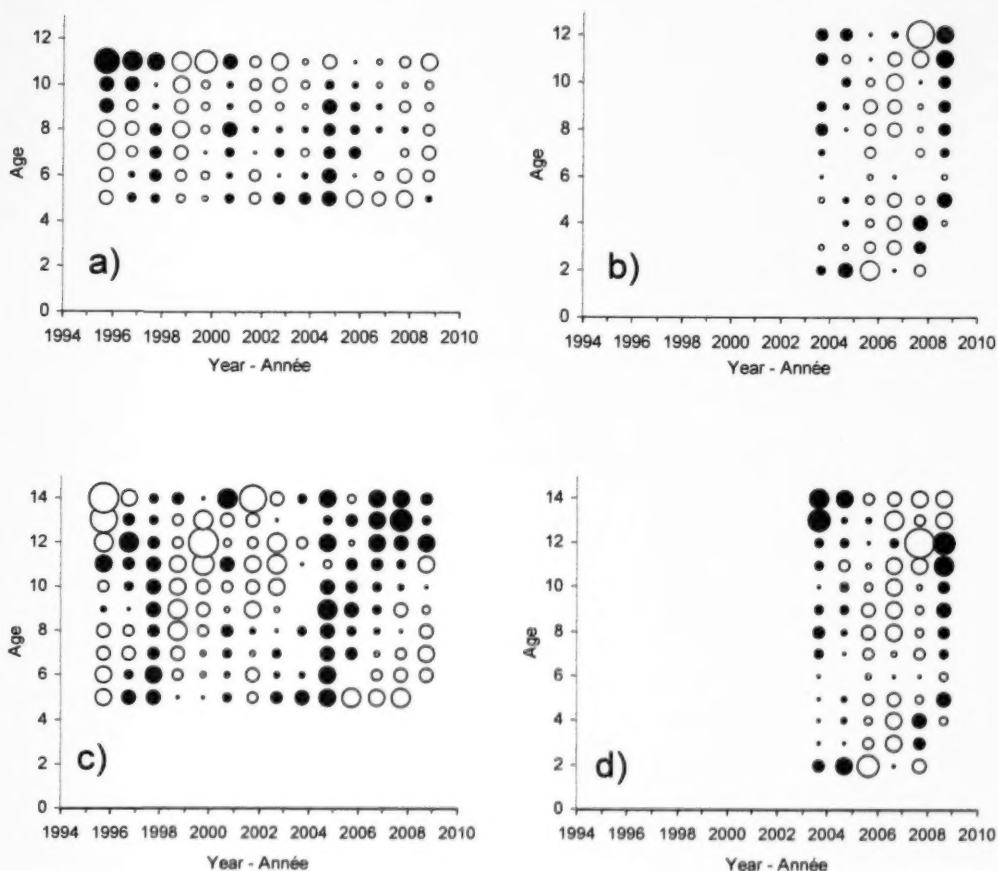


Figure 31: Residuals for the sentinel longline indices (a, c) and for the sentinel trawl survey (b, d) from ADAPT. Model 1 (a, b; the preferred model from the 2008 assessment) and Model 2 (c, d; a revision of model 1 with age-dependent  $M$  estimated after 1986).

Figure 31 : Résidus de l'indice sentinelle des palangriers (a, c) et de l'indice du relevé sentinelle au chalut du mois d'août (b, d) obtenus de l'analyse de la population avec ADAPT. Modèle 1 (a, b, le modèle de préférence pour l'évaluation de 2008) et Modèle 2 (c, d, une révision du modèle 1 avec un  $M$  dépendant de l'âge après l'année 1986).

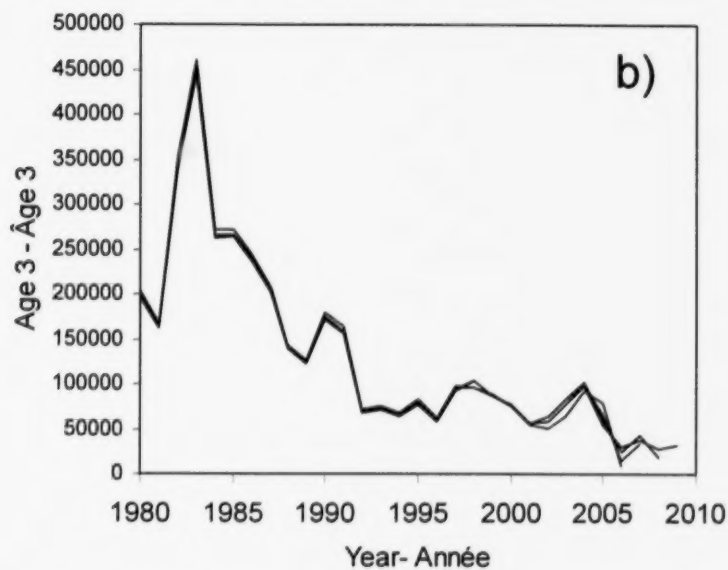
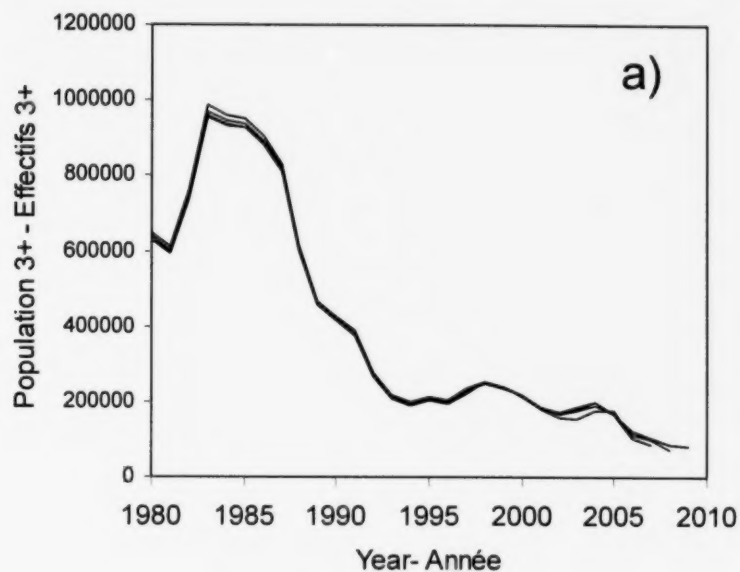


Figure 32a: Retrospective analyses of population abundance (3+) (a) and age 3 numbers (b) for ADAPT Model 1.

Figure 32a: Analyses rétrospectives t de l'abondance de la population (âges 3+) (a) et des nombres à l'âge 3 (b) pour ADAPT Modèle 1.

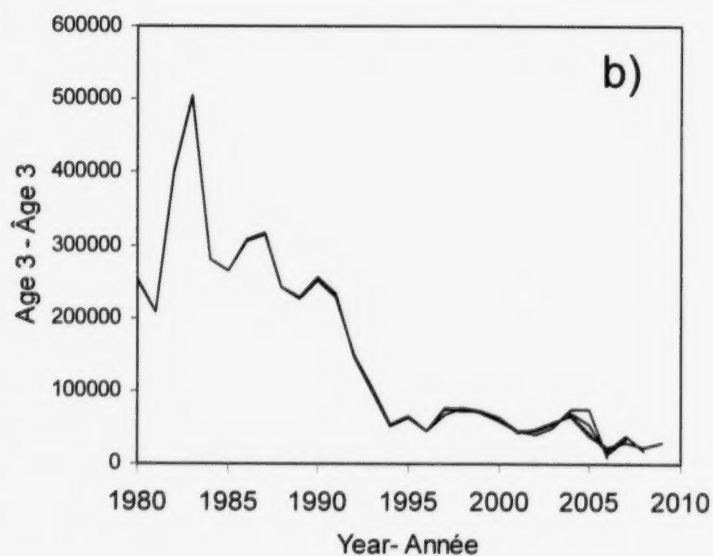
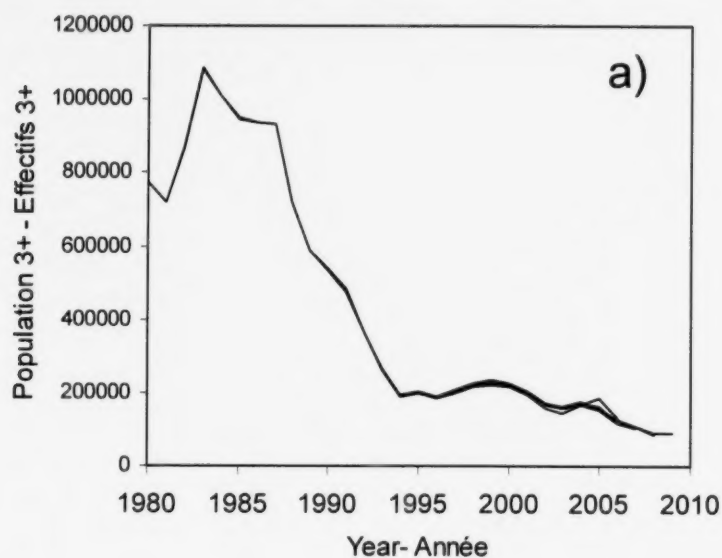


Figure 32b: Retrospective analyses of population abundance (3+) (a) and age 3 numbers (b) for ADAPT Model 2.

Figure 32b: Analyses rétrospectives t de l'abondance de la population (âges 3+) (a) et des nombres à l'âge 3 (b) pour ADAPT Modèle 2.

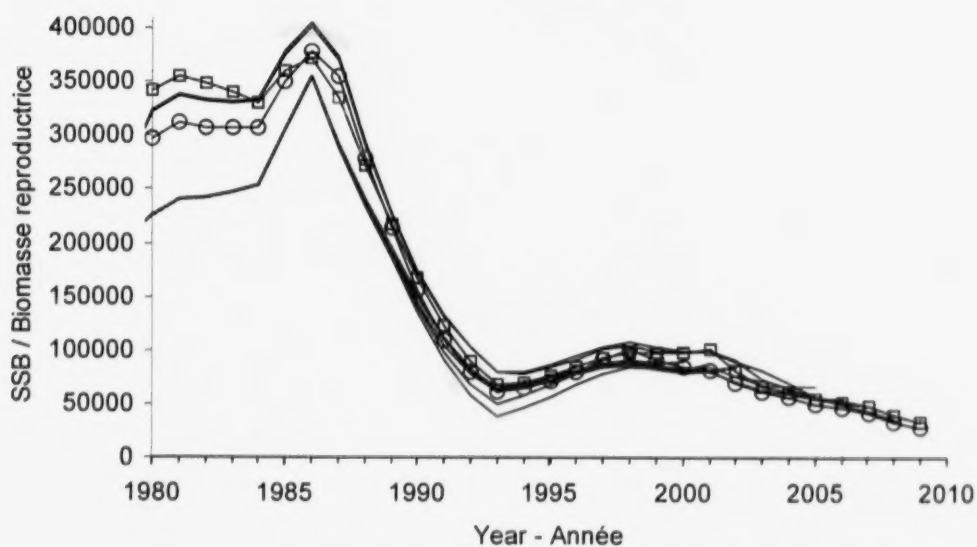
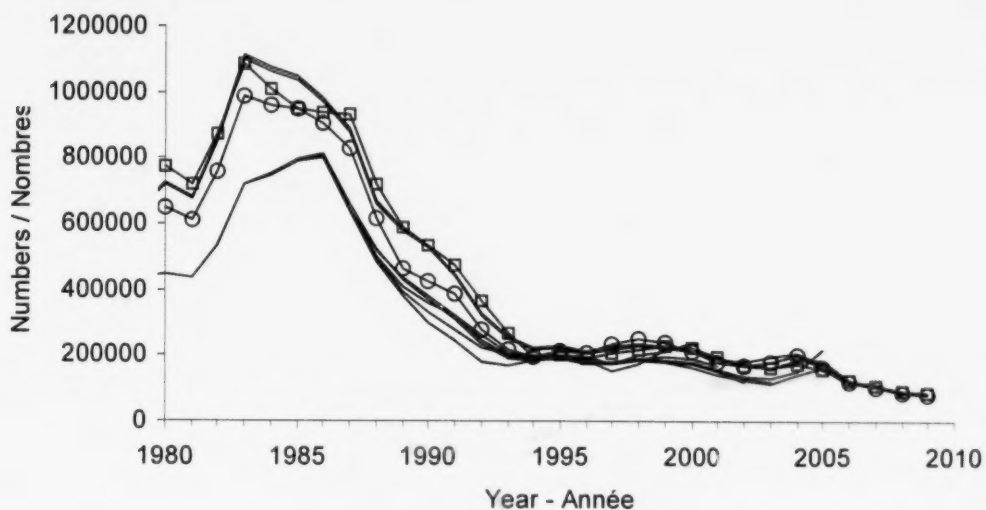


Figure 33: Trends of population abundance and spawning stock biomass estimated in the 2009 assessment (circles, Model 1; squares, Model 2) compared to assessments of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock since 1999.

Figure 33 : Tendances de l'abondance de la population et de la biomasse du stock de reproducteurs de l'évaluation de 2009 (les cercles, Modèle 1; les carrés, Modèle 2) comparées à celles des évaluations depuis 1999 du stock de morue du sud du golfe du St-Laurent.

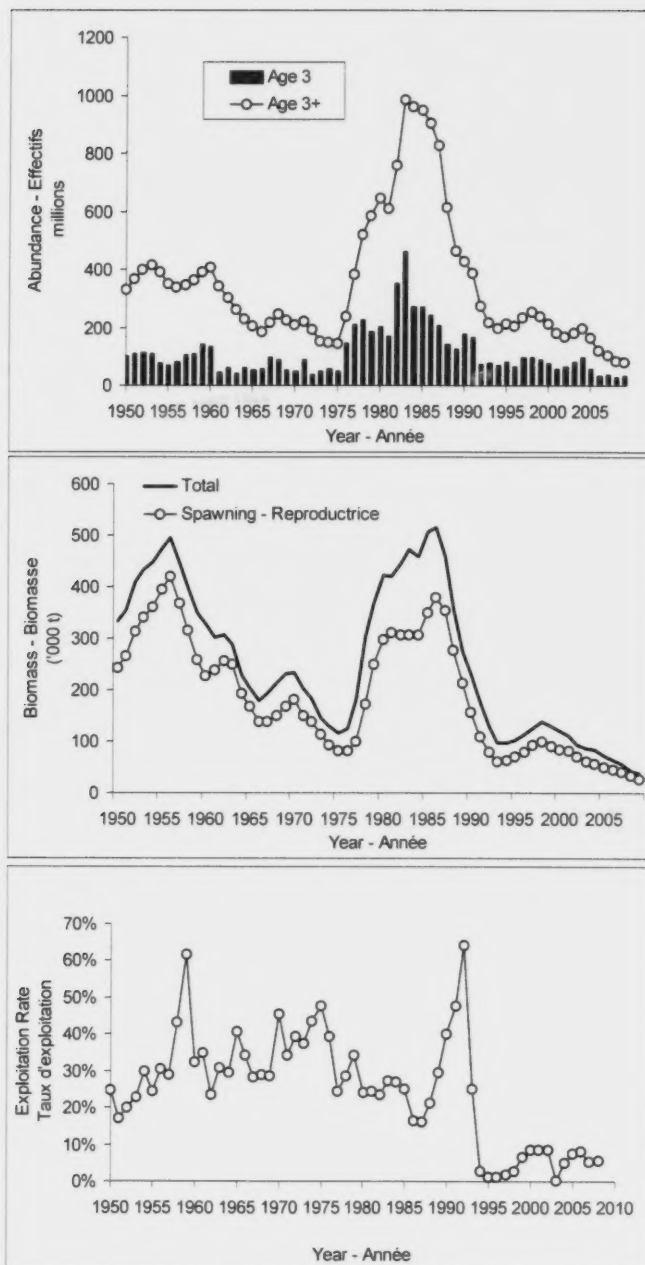


Figure 34a: Recruitment (age 3) and population (age 3+) abundance (top), spawning biomass (middle) and exploitation rate (7+) (bottom) trends for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock from the calibration of SPA with ADAPT, 1950-2009. Trends are from Model 1.

Figure 34a :Recrutement (âge 3) et effectifs (âge 3+) (haut), biomasse de la population (centre) et taux d'exploitation (7+) (bas) pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent découlant de la calibration de l'ASP avec ADAPT, 1950-2009. Les tendances proviennent de Modèle 1.



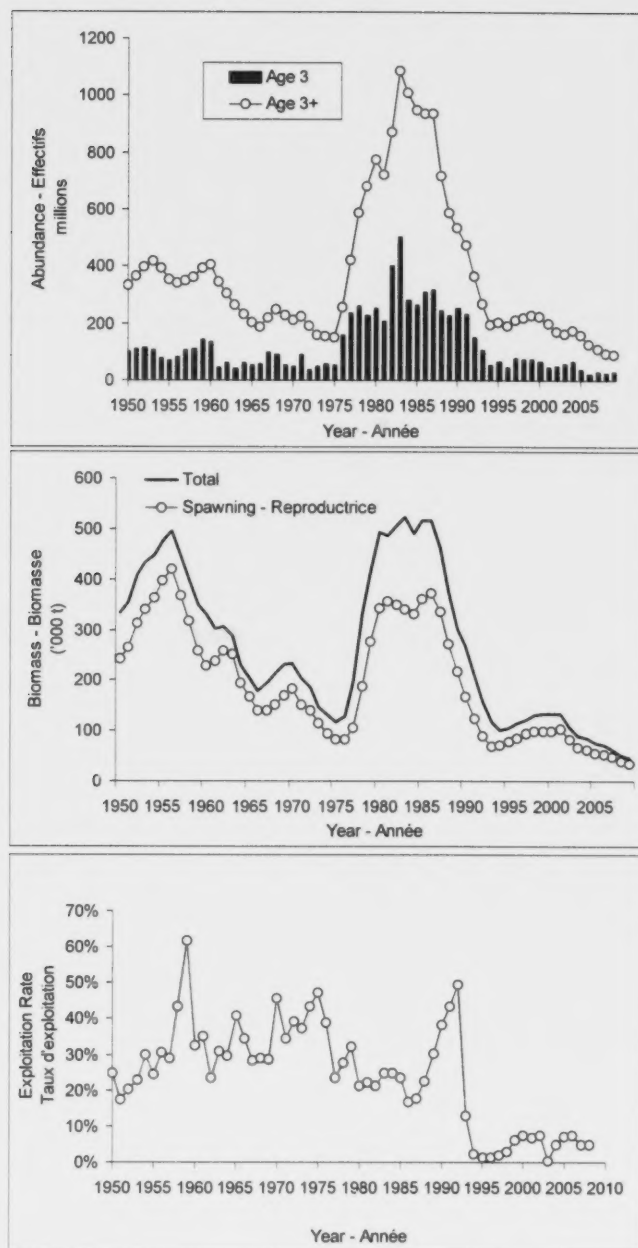


Figure 34b: Recruitment (age 3) and population (age 3+) abundance (top), spawning biomass (middle) and exploitation rate (7+) (bottom) trends for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock from the calibration of SPA with ADAPT, 1950-2009. Trends are from Model 2.

Figure 34b :Recrutement (âge 3) et effectifs (âge 3+) (haut), biomasse de la population (centre) et taux d'exploitation (7+) (bas) pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent découlant de la calibration de l'ASP avec ADAPT, 1950-2009. Les tendances proviennent de Modèle 2.

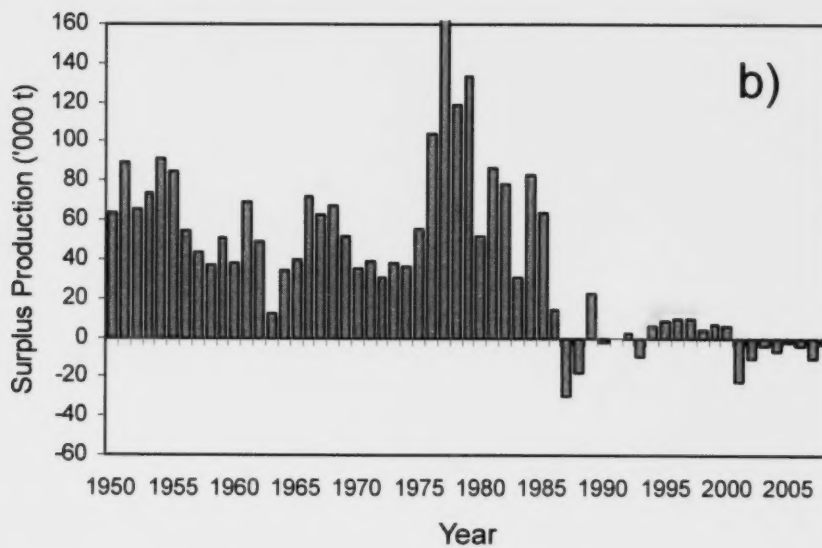
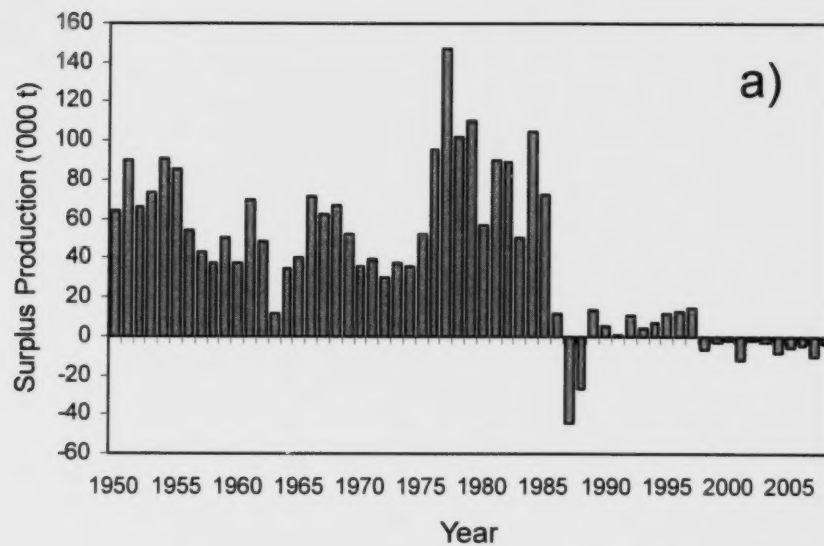
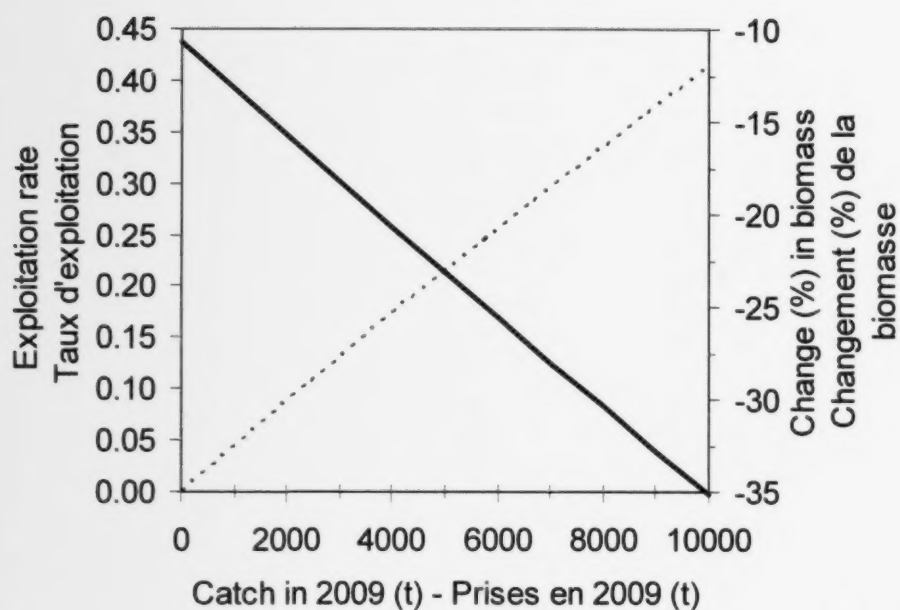


Figure 35: Surplus production of southern Gulf cod based on Model 1 (a) and Model 2 (b).

Figure 35 : Surplus de la production de la morue du sud du golfe basé sur le Modèle 1 (a) et le Modèle 2 (b).

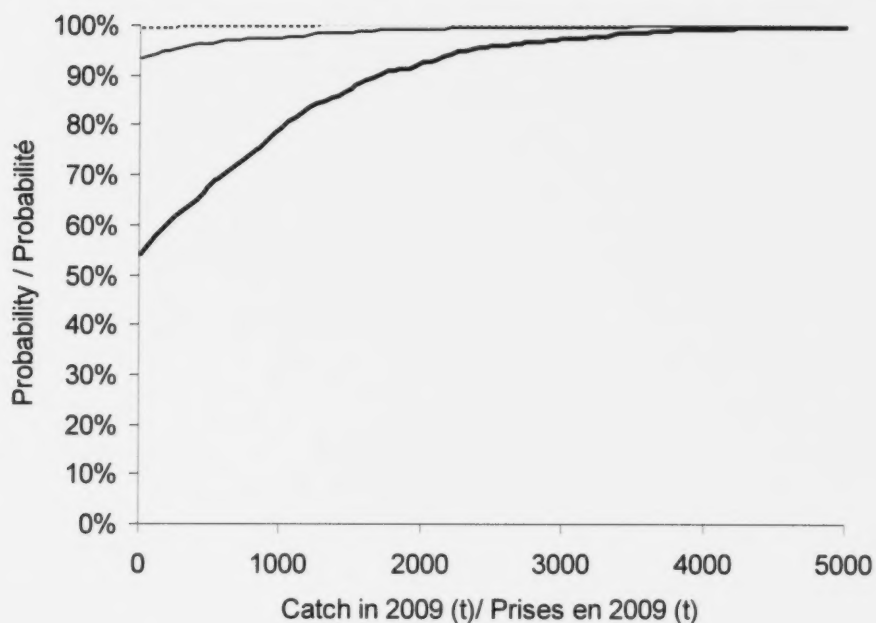


..... Exploitation rate / Taux d'exploitation

———— Spawning biomass change - Changement de la biomasse des reproducteurs

Figure 36: Deterministic catch projection for cod in the southern Gulf of St. Lawrence for various levels of catch in 2009.

Figure 36 : Projection des captures pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent pour différents niveaux de prises en l'an 2009.



..... decline in biomass / Déclin de la biomasse

—— decline in biomass of 5% or more / Déclin de la biomasse d'au moins 5%

—— decline in biomass of 10% or more/ Déclin de la biomasse d'au moins 10%

Figure 37: Risk analysis of spawning biomass changes for southern Gulf cod given a range of catch levels in 2009.

Figure 37 : Analyse de risque pour divers changements de la biomasse du stock de reproducteurs de morue du sud du golfe du Saint-Laurent selon le niveau de prises en l'an 2009.

# APPENDIX / APPENDICES

Appendix I: Quota allocation table for the 2008/2009 fishing season for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock.

Annexe I: Tableau des allocations pour la saison de pêche 2008/2009 pour le stock de morue du sud du golfe du St-Laurent.

Area/allocation/fleet - Zone/allocation/flotille	Quota (t)
4T - 01 - FIXED GEAR < 65' DIRECTED GNB (July 29 - Dec. 31, 2008) 4T - 01 - ENGINS FIXES < 65' PÊCHES DIRIGÉE GNB (juil. 29 - déc. 31, 2008)	29.0
4T - 02 - FIXED GEAR < 65' DIRECTED GNS (Sept. 9 - Oct. 2, 2008) 4T - 02 - ENGINS FIXES < 65' PÊCHES DIRIGÉE GNS (sept. 9 - oct. 2, 2008)	72.8
4T - 03 - FIXED GEAR < 65' DIRECTED GPE (Sept. 23-25, 2008) / 4T - 03 - ENGINS FIXES < 65' PÊCHES DIRIGÉE GPE (sept. 23-25, 2008)	76.0
4T - 04 - FIXED GEAR < 65' DIRECTED NL / 4T - 04 - ENGINS FIXES < 65' PÊCHES DIRIGÉE NL	6.0
4T - 05 - FIXED GEAR < 65' DIRECTED QCN / 4T - 05 - ENGINS FIXES < 65' PÊCHES DIRIGÉE QCN	2.0
4T - 06 - FIXED GEAR < 65' DIRECTED QGP / 4T - 06 - ENGINS FIXES < 65' PÊCHES DIRIGÉE QGP	216.0
4T - 07 - FIXED GEAR < 65' DIRECTED QIM / 4T - 07 - ENGINS FIXES < 65' PÊCHES DIRIGÉE QIM	93.0
4T - 08 - FIXED GEAR < 65' DIRECTED SF (Oct. 15-20, 2008) / 4T - 08 - ENGINS FIXES < 65' PÊCHES DIRIGÉE SF (oct. 15-20, 2008)	36.8
4T - 09 - FIXED GEAR < 65' DIRECTED ABORIGINAL GROUPS P.E.I. (BUY-BACK) 4T - 09 - ENGINS FIXES < 65' PÊCHES DIRIGÉE GROUPE AUTOCHTONES P.E.I. (QUOTA RACHETÉ)	4.5
4T - 10 - FIXED GEAR < 65' DEPENDENT - NEW BRUNSWICK BASED (July 15-27, 2008) 4T - 10 - ENGINS FIXES < 65' DÉPENDANT - BASÉ NOUVEAU-BRUNSWICK (juil. 15-27, 2008)	17.0
4T - 11 - FIXED GEAR < 65' GULF NOVA SCOTIA BASED - BOUGHT BACK (Sept. 9 - Oct. 2, 2008) 4T - 11 - ENGINS FIXES < 65' GOLFE NOUVELLE-ÉCOSSE - QUOTA RACHETÉ (sept. 9 - oct. 2, 2008)	19.9
4T - 12 - MOBILE GEAR < 45' COMPETITIVE - GULF SOUTH (Oct. 1-28, 2008) 4T - 12 - ENGINS MOBILES < 45' COMPÉTITIF - GOLFE SUD (oct. 1-28, 2008)	34.5
4T - 13 - MOBILE GEAR < 45' COMPETITIVE - GULF SOUTH - BY CATCH (May 15 - Dec. 31, 2008) 4T - 13 - ENGINS MOBILES < 45' COMPÉTITIF - GOLFE SUD - PRISES ACCI. (mai 15 - déc. 31, 2008)	24.3
4T - 14 - MOBILE GEAR < 45' COMPETITIVE - GULF NORTH (July 21-22, 2008 and July 29-30, 2008) 4T - 14 - ENGINS MOBILES < 45' COMPÉTITIF - GOLFE NORD (juil. 21-22, 2008 and juil. 29-30, 2008)	25.2
4T - 15 - MOBILE GEAR < 45' COMPETITIVE - NEW BRUNSWICK BASED-SPECIALIST (June 28 - July 18, 2008) 4T - 15 - ENGINS MOBILES < 45' COMPÉTITIF - BASÉ NOUVEAU-BRUNSWICK-SPÉCIALISTE (juin 28 - juil. 18, 2008)	86.7
4T - 16 - MOBILE GEAR < 45' BASED 4Vn / 4T - 16 - ENGINS MOBILES < 45' BASÉS 4Vn	7.7
4T - 17 - LOBSTER FISHERS 45-49' / 4T - 17 - HOMARDIERS 45-49'	0.6
4T - 18 - MOBILE GEAR < 65' ITQ / 4T - 18 - ENGINS MOBILES < 65' QIT	491.4
4T - 19 - SHRIMPERS NEW BRUNSWICK BASED / 4T - 19 - CREVETTIERS BASÉ NOUVEAU-BRUNSWICK	43.4
4T - 20 - SHRIMPERS QUEBEC BASED / 4T - 20 - CREVETTIERS BASÉ QUÉBEC	6.0
4T - 21 - CRABERS NEW BRUNSWICK BASED / 4T - 21 - CRABIER BASÉ NOUVEAU-BRUNSWICK	0.0
4T - 22 - CRABERS QUEBEC BASED / 4T - 22 - CRABIER BASÉ QUÉBEC	4.0
4T - 23 - MOBILE GEAR 45-65' 4Vn OVERLAP / 4T - 23 - ENGINS MOBILES 45-65' CHEVAUCH. 4Vn	39.8
4T - 24a - MOBILE GEAR 45-65' BASED 4RS, 3Pn (NEWFOUNDLAND) / 4T - 24a - ENGINS MOBILES 45-65' BASÉS 4RS, 3Pn (TERRE-NEUVE)	24.9
4T - 24b - MOBILE GEAR 45-65' BASED 4RS, 3Pn (QUEBEC) / 4T - 24b - ENGINS MOBILES 45-65' BASÉS 4RS, 3Pn (QUÉBEC)	6.2
4T - 25 - GROUND FISH 65-100' (June 24 - Dec. 31, 2008) / 4T - 25 - POISSONS DE FOND 65-100' (juin 24 - déc. 31, 2008)	34
4T - 26 - BUY-BACK PROGRAM / 4T - 26 - PROGRAMME DE RACHAT	0.0
4T - 27 - ABORIGINAL / 4T - 27 - AUTOCHTONES	15.0
4T - 28 - SENTINEL : SCIENTIFIC / 4T - 28 - SENTINELLE : SCIENTIFIQUE	200.0
4T - 29 - FRENCH RESERVE / 4T - 29 - RÉSERVE POUR LA France	52.0
4T - 30 - RECREATIONAL FISHERY / 4T - 30 - PÊCHE RÉCRÉATIVE	50.0
<b>4T TOTAL / 4T TOTAL</b>	<b>1718.8</b>
4VN (N-A) - 1 - FIXE GEAR < 45' (Oct. 15-20, 2008) / 4VN (N-A) - 1 - ENGINS FIXES < 45' (oct. 15-20, 2008)	28.8
4VN (N-A) - 2 - FIXE GEAR 45-65' / 4VN (N-A) - 2 - ENGINS FIXES 45-65'	7.4
4VN (N-A) - 3 - MOBILE GEAR < 65' BASED 4T (Oct. 1-28, 2008) / 4VN (N-A) - 3 - ENGINS MOBILES < 65' BASÉS 4T (oct. 1-28, 2008)	4.9
4VN (N-A) - 4 - MOBILE GEAR < 65' BASED 4Vn / 4VN (N-A) - 4 - ENGINS MOBILES < 65' BASÉS 4Vn	31.5
4VN (N-A) - 5 - FIXE GEAR 65-100' / 4VN (N-A) - 5 - ENGINS FIXES 65-100'	3.7
4VN (N-A) - 6 - MOBILE GEAR 65-100' / 4VN (N-A) - 6 - ENGINS MOBILES 65-100'	4.2
4VN (N-A) - 7 - VESSEL > 100' / 4VN (N-A) - 7 - BATEAUX > 100'	200.7
<b>4VN (N-A) TOTAL / 4VN (N-A) TOTAL</b>	<b>281.2</b>
<b>4T - 4VN (N-A) TOTAL / 4T - 4VN (N-A) TOTAL</b>	<b>2000.0</b>

Appendix II: Other indices of abundance used in the calibration of the sequential population analysis

Annexe II: Autres indices de l'abondance utilisés dans la calibration de l'analyse séquentielle population.

a) Sentinel Gillnets - (numbers per net)

Filets maillants sentinelle - (nombre par filet)

Y/A	Age			
	7	8	9	10
1996	32.42	77.17	28.69	9.36
1997	26.37	37.84	51.76	32.85
1998	18.43	16.96	14.87	19.03
1999	13.71	13.41	11.37	8.76
2000	6.17	13.40	8.73	8.07
2001	24.24	18.33	14.68	8.99
2002	5.71	7.58	3.45	2.51

b) Sentinel Seines – Lined (number/10 per set)

Sennes – Doublées sentinelles (nombre/10 par trait)

Y/A	Age								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1995	5.86	9.25	14.52	13.83	9.63	13.50	6.20	1.96	0.62
1996	3.76	11.93	17.26	11.02	12.97	8.27	7.16	2.90	0.58
1997	6.93	9.06	8.87	12.13	7.12	4.78	3.13	3.28	1.26
1998	11.84	20.17	14.27	11.01	12.08	9.68	4.84	3.33	3.17
1999	6.90	15.34	22.59	20.99	8.59	10.65	4.41	2.88	0.97
2000	2.72	6.68	9.75	9.97	10.80	3.63	3.48	1.83	2.37
2001	1.04	7.24	8.20	15.51	17.31	12.77	3.11	2.97	0.86
2002	3.04	8.38	7.75	12.36	13.85	13.53	5.59	2.38	1.07

c) Sentinel Seines – Unlined (number per set)

Sennes – Non doublé sentinelles (nombre par trait)

Y/A	Age						
	5	6	7	8	9	10	11
1995	12.84	17.27	35.97	22.25	7.43	3.10	0.97
1996	14.62	24.91	20.69	23.31	12.13	2.55	0.50
1997	11.22	21.84	16.99	14.94	14.82	6.88	2.16
1998	14.07	23.46	27.36	14.75	10.53	10.59	3.64
1999	16.54	16.63	25.59	13.17	9.79	3.74	4.90
2000	14.26	31.23	15.32	19.55	10.99	14.36	6.59
2001	21.33	49.43	54.46	16.17	19.98	7.11	5.88
2002	14.06	25.50	41.58	22.30	9.82	5.60	3.12



Appendix II: continued

Annexe II: suite

- d) Sentinel Otter trawl – Lined (number per hour)  
Chalut à panneaux – Doublé sentinelles (nombre à l'heure)

Y/A	Age								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1995	4.35	9.87	24.58	25.10	18.97	26.24	12.47	4.87	1.65
1996	0.08	10.30	29.18	51.80	35.79	32.97	39.65	16.89	7.85
1997	2.37	6.66	20.37	38.60	27.57	19.67	13.39	14.76	5.87
1998	3.37	19.04	26.52	26.22	37.75	24.69	17.47	10.86	12.63
1999	3.21	9.78	27.17	42.69	28.47	37.66	16.65	11.04	3.70
2000	2.55	8.34	22.57	36.71	41.06	13.79	13.27	7.02	8.76
2001	0.99	15.54	26.07	39.90	41.66	34.18	9.90	12.61	4.45
2002	1.44	4.03	3.38	5.90	7.22	9.17	5.72	2.13	1.55

- e) Sentinel Otter trawl – Unlined (number per hour)  
Chalut à panneaux – Non doublé sentinelle (nombre à l'heure)

Y/A	Age					
	5	6	7	8	9	10
1995	3.19	4.07	8.10	5.00	2.33	0.74
1996	1.52	1.82	4.01	5.44	2.45	1.60
1997	3.79	10.70	9.00	9.13	10.18	4.64
1998	1.77	4.12	6.28	4.30	3.43	3.59
1999	1.96	3.10	6.63	4.66	3.50	1.81
2000	1.17	4.22	2.79	4.54	2.88	3.61
2001	0.72	2.49	5.03	2.69	4.29	2.18
2002	1.08	2.66	8.92	9.91	3.39	3.37

- f) Otter trawl catch rate series  
Taux de prise des chalutiers

Y/A	Age							
	5	6	7	8	9	10	11	12
1982	95.7	86.2	117.9	70.8	22.4	5.7	1.7	0.9
1983	57.4	128.2	138.5	92.9	61.4	32.0	0.9	0.5
1984	47.6	79.5	99.8	86.3	57.6	34.2	9.0	1.1
1985	126.1	215.2	93.6	69.2	43.0	24.2	8.6	3.6
1986	106.9	319.9	138.9	58.9	40.4	31.6	14.5	11.6
1987	132.8	181.3	353.4	111.3	31.4	23.4	8.0	3.3
1988	81.5	187.6	131.5	181.8	102.6	24.4	13.1	5.8
1989	74.1	133.5	118.7	88.7	86.9	55.5	7.6	5.7
1990	83.4	120.1	113.6	78.0	52.3	55.2	19.7	3.4
1991	103.8	98.0	87.6	47.0	33.7	18.5	9.3	5.4
1992	167.2	127.8	71.4	48.0	27.4	11.5	6.3	5.0
1993	44.6	110.0	83.0	36.7	12.3	8.4	4.4	2.4

**Results from four alternative ADAPT formulations are compared in this appendix.**

**Model 1:** This is the preferred model from the 2008 assessment, extended to include the data from 2008. This model is calibrated using RV indices (ages 2-10), mobile sentinel indices (ages 2-12), longline sentinel indices (ages 5-11), commercial catch rates from 1982-1993, and a number of additional sentinel indices from 1995 or 1996 to 2002. Following the recommendations of a zonal review of the treatment of natural mortality ( $M$ ) in assessments of the Gulf cod stocks (DFO 2007),  $M$  is fixed at 0.2 in 1971-1979 and at 0.4 in 1994-1997 and estimated in blocks of years for the remainder of the time series (1980-1986, 1987-1993, 1998-2002 and 2003-2008). See further details in section 5.4 above. This will be referred to as the "Standard" run.

**Model 2:** This is like model 1, except the RV, mobile sentinel and sentinel longline indices are extended to include ages up to 14 yr. In addition  $M$  is treated differently after 1986. After 1986,  $M$  is estimated in three blocks (1987-1993, 1994-2000, and 2001-2008), with separate estimates for three age groups (2-4, 5-10, and 11-15 yr). These changes were made to address discrepancies between certain outputs of model 1 and the data (see below). This will be referred to as the "Revised" run.

**Model 3:** This is like model 2, except that  $M$  is assumed to be 0.2 for all ages and years. This will be referred to as the "M02" run.

**Model 4:** This is like model 2, except that

**La présente annexe fait la comparaison des résultats de quatre nouvelles formulations ADAPT.**

**Modèle 1 :** C'est le modèle privilégié de l'évaluation de 2008, qui a été élargi afin d'inclure les données de 2008. Ce modèle est calibré sur les indices du relevé scientifique (âges 2 à 10), les indices du relevé de pêche sentinelle à engins mobiles (âges 2 à 12), et à la palangre (âges 5 à 11), les taux de capture de la pêche commerciale de 1982 à 1993, et plusieurs indices de pêche sentinelle allant de 1995 ou 1996 à 2002. Selon les recommandations d'un examen zonal du traitement de la mortalité naturelle ( $M$ ) dans les évaluations des stocks de morue de la Région du Golfe (MPO, 2007), la valeur  $M$  est fixée à 0,2 pour la période 1971-1979 et à 0,4 pour la période 1994-1997, puis elle est estimée par blocs d'années pour le reste de la série chronologique (1980-1986, 1987-1993, 1998-2002 et 2003-2008). Voir les détails à la partie 5.4 ci-dessus. On l'appellera le trait normalisé.

**Modèle 2 :** Le modèle 2 ressemble au modèle 1, à une exception : les indices du relevé scientifique et des relevés de pêche sentinelle à engins mobiles et à la palangre sont élargis pour inclure les groupes d'âge allant jusqu'à 14 ans. En outre, la valeur  $M$  est traitée différemment après 1986. Elle est alors estimée en trois blocs d'années (1987-1993, 1994-2000 et 2001-2008), et on donne des estimations distinctes pour trois groupes d'âge (2 à 4, 5 à 10, 11 à 15). Ces changements visent à régler les écarts entre certains rendements du modèle 1 et les données (voir ci-après). On l'appellera le trait révisé.

**Modèle 3 :** Le modèle 3 est semblable au modèle 2, sauf que la valeur  $M$  est présumée être 0,2 pour tous les groupes d'âge et toutes les années. On l'appellera le trait M02.

**Modèle 4 :** Le modèle 4 est également

all calibration indices are omitted except for the RV index. This will be referred to as the "RV" run.

### **Residual patterns**

Residual patterns for the RV index are compared between models in Figure A1. The residual pattern for model M02 is extreme, with residuals nearly all negative prior to the early 1990s and all positive after that (Figure A1c). This model is clearly not appropriate. The residual pattern is much improved for the standard model, though there is a band of positive residuals along year-classes produced in the mid 1980s (Figure A1a). Residual patterns are further improved for the revised model (Figure A1b). Removing all calibration indices except the RV indices has very little effect on the RV residuals (Figure A1d). This suggests that information in the other indices is not inconsistent with the RV index.

### **Catchability coefficients**

Estimated catchability coefficients to the RV and mobile sentinel surveys are shown in Figure A2 for the four models. Indices from these two surveys were used at the scale of trawlable abundance. The swept area for this expansion was based on wingspread. The nominal value of 12.5 m, which is close to the mean value measured in the RV survey in the 1990s and 2000s, was used for the RV survey. For the sentinel survey, an average wingspread of 16 m was assumed. This was based on a wingspread of 19 m, measured for the sentinel survey trawl at depths of 75-175 fathom, and the wingspread – depth relationship measured on the RV survey. Trawlable abundance in thousands of fish can be obtained by multiplying the RV catch rates in Table 12 by 1729.346, and by multiplying the sentinel catch rates in Table 16 by

semblable au modèle 2, sauf que tous les indices de calibrage sont supprimés à part celui du relevé scientifique. On l'appellera le trait du relevé scientifique.

### **Profils résiduels**

Les profils résiduels de l'indice du relevé scientifique sont comparés d'un modèle à l'autre dans la Figure A1. Le profil résiduel du modèle M02 est extrême, les résidus étant presque tous négatifs avant le début des années 1990 et presque tous positifs après cette date (Figure A1c). Il est évident que ce modèle ne convient pas. Le profil résiduel du modèle normalisé est nettement mieux, malgré la présence d'une bande de résidus positifs le long des classes d'âge produites au milieu des années 1980 (Figure A1a). Le modèle révisé donne des profils résiduels encore meilleurs (Figure A1d). L'élimination de tous les indices de calibrage à l'exception des indices du relevé scientifique a très peu d'effet sur les résidus du relevé scientifique (Figure A1b). Voilà qui indique que l'information des autres indices n'est pas incompatible avec l'indice du relevé scientifique.

### **Coefficients du potentiel de capture**

La Figure A2 donne une estimation des coefficients du potentiel de capture du relevé scientifique et du relevé de pêche sentinelle à engins mobiles pour les quatre modèles. Les indices de ces deux relevés ont été utilisés à l'échelle de la population chalutable. L'aire balayée pour cette expansion était basée sur l'ouverture des ailes. La valeur nominale de 12,5 m, qui est proche des valeurs moyennes mesurées dans le relevé scientifique au cours des années 1990 et 2000, a été utilisée pour le relevé scientifique. Quant au relevé de pêche sentinelle, on a présumé une ouverture des ailes moyenne de 16 m. Cette hypothèse était basée sur une ouverture des ailes de 19 m, mesurée sur le chalut du relevé de pêche sentinelle à des profondeurs de 75 à 175 brasses, et sur le rapport entre l'ouverture des ailes et la profondeur, mesuré pour le relevé scientifique. L'abondance chalutable, exprimée en milliers de poissons, est obtenue en

Based on the standard assessment model, catchability ( $q$ ) to the RV survey is estimated to be roughly flat-topped from age 7 to 10, with a maximum  $q$  near 1 (Figure A2a). However, based on comparisons between trawlable abundance and model abundance at older ages (12-14 yr), this model implies that partial recruitment to the RV survey is dome-shaped in recent years, with  $q$  at older uncalibrated ages declining to about 0.5 (see below). Partial recruitment to the sentinel survey also appears to be dome-shaped based on this model, with estimated  $q$  peaking at about 1.3 for ages 5-8 yr and declining to 0.5 for age 12 (Figure A2b).

Based on the revision to the standard model, partial recruitment to both the RV survey and mobile sentinel survey is estimated to be roughly flat-topped (Figure A2c-d). Estimated  $q$  to the RV survey is near 1 for ages 7-10 and somewhat higher (though with wider confidence intervals) for ages 11-14. Estimated  $q$  to the sentinel survey fluctuates around a value slightly above 1 for ages 5 and older.

Assuming a constant  $M$  of 0.2, the estimated pattern of partial recruitment to the RV survey is similar to that obtained with the revised model, except  $q$ 's are shifted to much higher values, from 0.3 to 1 for age 3 and from 1-1.5 to 2-3.5 for ages 5 and older (Figure A2e). For the sentinel survey (where the model is not constrained by the need to fit catch rates in the period prior to the increase in  $M$ ), estimated  $q$  is even higher, near 4-5 for most ages, declining to 2 for ages 13 and 14 (Figure A2f).

multipliant les taux de capture du relevé scientifique, au Tableau 12, par 1729,346, et en multipliant les taux de capture du relevé de pêche sentinelle, au Tableau 16, par 1974,186.

D'après le modèle d'évaluation normalisé, on estime que le potentiel de capture ( $q$ ) du relevé scientifique est plus ou moins à sommet plat de l'âge 7 à 10 ans, avec un  $q$  maximal de près de 1 (Figure A2a). Cependant, d'après des comparaisons faites entre l'abondance chalutable et l'abondance du modèle pour les groupes d'âge 12 à 14, le modèle suppose plutôt que le recrutement partiel du relevé scientifique est en forme de dôme depuis quelques années, et que la valeur  $q$  pour les groupes d'âges plus vieux non calibrés a diminué à environ 0,5 (voir ci-après). Le recrutement partiel du relevé de pêche sentinelle semble lui aussi être en forme de dôme d'après ce modèle, la valeur  $q$  atteignant un sommet à environ 1,3 pour les âges 5 à 8 et chutant à 0,5 pour l'âge 12 (Figure A2b).

Selon le modèle révisé, le recrutement partiel à la fois du relevé scientifique et du relevé de pêche sentinelle à engins mobiles serait plus ou moins à sommet plat (Figure A2c-d). La valeur  $q$  estimée du relevé scientifique est près de 1 pour les âges 7 à 11 et légèrement plus élevée (mais avec des intervalles de confiance plus larges) pour les âges 11 à 14. La valeur  $q$  estimée du relevé de pêche sentinelle se situe autour d'une valeur légèrement au-dessus de 1 pour les groupes d'âge 5 et plus.

En supposant une valeur  $M$  constante à 0,2, l'estimation du profil de recrutement partiel du relevé scientifique est semblable à celle obtenue avec le modèle révisé, sauf que le  $q$  grimpe à des valeurs bien plus élevées, soit de 0,3 à 1 pour l'âge 3 et de 1-1,5 à 2-3,5 pour les âges de 5 et plus (Figure A2e). Pour ce qui est du relevé de pêche sentinelle (pour lequel le modèle n'est pas restreint par le besoin de placer les taux de capture dans la période précédant la hausse de la valeur  $M$ ), la valeur estimée  $q$  est encore plus élevée, soit près de 4-5 pour la plupart des groupes d'âge, et diminuent à 2 pour les âges 13 et 14 (Figure A2f).



Estimated partial recruitment to the survey for the RV only model (Figure A2g) is very similar to that estimated by the revised model.

#### **Comparison of RV and model abundance**

Catchability-corrected abundance indices from the RV survey are compared with estimates of abundance for Models 1-3 in Figure A3. For the standard model, which does not include RV indices for ages 11-14 in the calibration, catchability for these ages is assumed to be the average of the estimates for ages 8-10. The beginning of year model estimates are adjusted to the previous September.

The abundance estimates from the standard model agree well with the RV survey indices for the calibrated ages (2-10), though model abundance at young ages (2-4) tends to be slightly greater than the survey estimates for the mid 1990s to early 2000s (Figure A3a,b). However, model and RV abundance estimates do not match well for the older uncalibrated ages assuming flat-topped partial recruitment (Figure A3c). For these older ages, model estimates tend to be lower than the RV estimates before 2000 and higher than the RV estimates after 2000.

Abundance estimates from the revised model agree well with the RV estimates for all ages and time periods (Figure A3d-f).

L'estimation du recrutement partiel du relevé scientifique seulement (Figure A2g) est très semblable à celle du modèle révisé.

#### **Comparaison de l'indice d'abondance du relevé scientifique et de celui des modèles**

Les estimations de l'abondance des populations faites par le relevé scientifique et corrigées en fonction du potentiel de capture sont comparées aux estimations de l'abondance selon les modèles 1-3 dans la Figure A3. Pour le modèle normalisé, qui n'inclut pas les indices du relevé scientifique pour les âges 11-14 dans le calibrage, le potentiel de capture de ces groupes d'âge est présumé être la moyenne des estimations faites pour les âges 8-10. Le début des estimations du modèle des années est ajusté en fonction du relevé de septembre de l'année précédente.

Les estimations de l'abondance provenant du modèle normalisé s'ajustent bien aux indices du relevé scientifique pour les âges calibrés (2-10), bien que l'abondance fournie dans le modèle pour les jeunes âges (2-4) tend à être légèrement supérieure aux estimations du relevé pour la période du milieu des années 1990 au début des années 2000 (Figure A3a,b). Cependant, les estimations de l'abondance selon les modèles et selon le relevé scientifique ne correspondent pas bien pour les groupes d'âge plus vieux qui n'ont pas fait l'objet de calibrage, en présumant un recrutement partiel à sommet plat (Figure A3c). Pour ce qui est de ces groupes plus vieux, les estimations des modèles ont tendance à être plus basses que les estimations du relevé scientifique avant 2000, et plus hautes que les estimations du relevé scientifique après 2000.

Les estimations de l'abondance obtenues avec le modèle révisé cadrent bien avec les estimations du relevé scientifique pour tous les groupes d'âge et toutes les périodes (Figure A3d-f).

Abundance estimates from the constant  $M$  model do not match RV estimates (Figure A3g-i). Relative to the RV estimates, this model consistently over-estimates abundance by a wide margin prior to 1985 and under-estimates abundance since 1990.

#### **Trawlable abundance versus model abundance**

Figure A4 compares trawlable abundance from the RV survey to model abundance for models 1 to 3. For the standard and revised models, model abundance is approximately equal to trawlable abundance for ages 6-14 over the entire 1971-2008 time series. For ages 3-14, trawlable abundance is lower than model abundance for these two models, reflecting the lower catchability of the younger ages.

For the constant- $M$  model, trawlable abundance for ages 6-14 is equal to model abundance in the 1970s and 6 times greater than model abundance in the 1990s and 2000s (Figure A4f). A trawlable abundance that is 6 times population abundance is not possible, indicating that  $M$  must be considerably higher than 0.2 in the 1990s and 2000s. Furthermore, the six-fold increase in survey catchability implied by the results in Figure A4f is not credible, indicating that the estimated change in  $M$  between the 1970s and 1990s in models 1 and 2 cannot instead be attributed to a change in catchability.

#### **Recruitment rate**

Recruitment rate, defined here as abundance at age 3 yr in year  $t$  divided by spawning stock biomass in year  $t-3$ , is shown in Figure A5 based on abundance and biomass estimates from model 1 to 3

Les estimations de l'abondance provenant du modèle avec une valeur  $M$  constante s'éloignent des estimations du relevé scientifique (Figure A3g-i). Par rapport aux estimations du relevé scientifique, ce modèle surestime systématiquement l'abondance par une très large marge pour la période précédant 1985, et il la sous-estime depuis 1990.

#### **Abondance chalutable ou abondance des modèles**

La Figure A4 compare l'abondance chalutable du relevé scientifique à l'abondance estimée dans les modèles 1 à 3. Pour ce qui est des modèles normalisé et révisé, l'abondance est à peu près égale à l'abondance chalutable des groupes d'âge 6-14 pendant toute la série chronologique (1971-2008). Pour les âges 3-14, l'abondance chalutable est plus faible que l'abondance établie par les deux modèles, ce qui reflète le potentiel de capture plus faible des groupes d'âge plus jeunes.

Pour ce qui est du modèle avec une valeur  $M$  constante, l'abondance chalutable pour les âges 6-14 est égale à l'abondance des modèles durant les années 1970, et elle est six fois plus importante que l'abondance des modèles des années 1990 et 2000 (Figure A4f). Il est impossible d'avoir une abondance chalutable qui soit six fois l'abondance de la population, ce qui indique que la valeur  $M$  doit être beaucoup plus élevée que 0,2 pour les années 1990 et 2000. En outre, les résultats de la Figure A4f qui laissent entendre que le potentiel de capture du relevé est six fois plus élevé ne sont pas plausibles, ce qui indique en retour que le changement estimé dans la valeur  $M$  entre les années 1970 et les années 1990, dans les modèles 1 et 2, ne peut pas être attribuable à un changement dans le potentiel de capture.

#### **Taux de recrutement**

Le taux de recrutement, que l'on définit ici comme l'abondance à l'âge 3 pour l'année  $t$ , divisé par la biomasse du stock de géniteurs dans l'année  $t-3$ , est indiqué dans la Figure A5. On se fonde sur les estimations de



and from the RV survey catch rates. Temporal patterns in estimated recruitment rate differ between the standard and revised models. Based on the standard model, recruitment rate was relatively high for year-classes produced in the 1990s and early 2000s compared to those produced in the mid to late 1980s. Based on the revised model, there was no increase in recruitment rate for year-classes produced in the 1990s compared to those produced in the mid to late 1980s. The pattern of recruitment rates estimated directly from the RV survey catch rates is more similar to the pattern indicated by the revised model than that indicated by the standard model.

#### **Estimates of natural mortality**

Estimates of natural mortality based on the standard model in this assessment are very similar to the estimates produced by this model in the 2008 assessment (Figure A6). The high estimate of 0.48 in the 1987-1993 period may be partly attributable to an increase in unreported catch during the intense fishery that developed during this period (i.e., much of the high mortality during this period that is not accounted for by the reported landings may reflect unaccounted fishing mortality rather than elevated natural mortality). However, little of the high  $M$  estimated for the 1998-2002 period can be attributed to unreported catch, given the very limited fishing effort during this period. As in the previous assessment, this model indicates a further increase in  $M$  to even higher levels in recent years.

For the age 5-10 group, estimates of  $M$  from the revised model are very similar to the estimates from the standard model. For this age group,  $M$  was estimated to be

l'abondance et de la biomasse des modèles 1 à 3 et des taux de capture du relevé scientifique. Les profils temporels observés dans le taux de recrutement estimé sont différents entre le modèle normalisé et le modèle révisé. Selon le modèle normalisé, le taux de recrutement était relativement élevé pour les classes d'âge produites durant les années 1990 et au début des années 2000, en comparaison avec celles produites entre le milieu et la fin des années 1980. Selon le modèle révisé, il n'y a pas eu d'augmentation du taux de recrutement pour les classes produites dans les années 1990, par opposition aux classes produites du milieu à la fin des années 1980. Le profil des taux de recrutement estimés directement à partir des taux de capture du relevé scientifique ressemble davantage au profil indiqué par le modèle révisé que par le modèle normalisé.

#### **Estimations de la mortalité naturelle**

Les estimations de la mortalité naturelle basées sur le modèle normalisé de cette évaluation sont très semblables aux estimations produites par ce modèle dans l'évaluation de 2008 (Figure A6). L'estimation élevée, de 0,48, obtenue pour la période de 1987 à 1993, pourrait être partiellement due à une augmentation des prises non déclarées au cours d'une intensification de l'exploitation qui a eu lieu pendant la même période. Autrement dit, la majeure partie du taux de mortalité élevée observée durant cette période mais qui ne fait pas partie des débarquements déclarés pourrait représenter une mortalité de pêche non déclarée plutôt qu'une mortalité naturelle élevée. Cependant, on ne peut attribuer aux prises non déclarées que très peu de la valeur  $M$  élevée qui est estimée pour la période 1998-2002, étant donné l'effort de pêche très limité pendant cette période. Comme pour l'évaluation précédente, ce modèle indique que la valeur  $M$  a connu une autre augmentation au cours des dernières années.

Pour le groupe d'âge 5-10, les estimations de la valeur  $M$  provenant du modèle révisé sont très semblables aux estimations du modèle normalisé. En effet,  $M$  a été estimée à 0,42

0.42 in both the 1987-1993 and 1994-2000 periods, increasing to 0.63 in the most recent period. Again, the high estimate for  $M$  may be partly attributable to an increase in unreported catch in the 1987-1993 period, but not in the later periods when fishing effort was very low. This model indicates that  $M$  was exceptionally high for young cod (ages 2-4 yr) in 1987-1993, which is consistent with the increased discarding of small cod thought to have occurred in this period.

Based on the revised model,  $M$  is estimated to increase with age in the period after 1993. For ages 2-4,  $M$  is estimated to be only slightly elevated above 0.2. For ages 5-10,  $M$  is estimated to be 0.42, increasing to 0.63. For ages 11+,  $M$  is estimated to be 0.9, increasing to 1.1. This pattern is consistent with the pattern seen throughout the marine fish community in the southern Gulf. Among a wide variety of marine fishes in the southern Gulf, mortality has increased dramatically for large fish and declined for small fish (Benoît and Swain 2008, Swain et al. 2009, Morin et al. 2008, D.P. Swain and H.P. Benoît, unpublished analyses).

## Conclusions

A constant- $M$  model is clearly inappropriate. Either  $M$  has increased for this stock, or catchability to the RV survey has increased dramatically. The latter hypothesis is not a plausible explanation for the patterns in these data. It implies a current catchability that is impossibly high (600%) and an increase in catchability between the 1970s and 1990s that is implausibly large (6-fold). On the other hand, an increase in  $M$  of the magnitude estimated by models 1 and 2 is consistent with other analyses (see section 5.3).

Model results are very similar using the RV index alone versus also including the

pour les deux périodes, soit 1987-1993 et 1994-2000, et elle a augmenté à 0,63 durant la période la plus récente. Encore là, l'estimation élevée de  $M$  pourrait être due en partie à une hausse des prises non déclarées de 1987 à 1993, mais pas par la suite, alors que l'effort de pêche était minime. Le modèle indique que  $M$  était exceptionnellement élevé pour les jeunes morues (âges 2-4) de 1987 à 1993, ce qui correspond à une hausse supposée des rejets pendant cette même période.

D'après le modèle révisé, on estime que la valeur  $M$  a augmenté en fonction de l'âge après 1993. Pour les 2 à 4, on estime que  $M$  n'est que légèrement au-dessus de 0,2. Pour les âges 5 à 10,  $M$  est estimée à 0,42, puis elle augmente à 0,63. Pour les groupes d'âge 11 et plus,  $M$  est estimée à 0,9, puis elle augmente à 1,1. Ce profil correspond à celui que l'on retrouve dans l'ensemble de la communauté des poissons de mer du sud du golfe. Dans le cas de nombreuses espèces de poissons de mer de cette région, la mortalité des poissons de grande taille a augmenté énormément tandis que celle des petits individus a chuté (Benoît et Swain, 2008; Swain et al., 2009; Morin et al., 2008; D.P. Swain et H.P. Benoît, analyses non publiées).

## Conclusions

Un modèle qui donne une valeur  $M$  constante est nettement inapproprié. Ou bien  $M$  a augmenté pour ce stock, ou bien le potentiel de capture du relevé scientifique a augmenté énormément. Cette dernière hypothèse explique mal les profils qui se dégagent de ces données. Elle implique un potentiel de capture actuel carrément impossible (600 %) et une hausse du potentiel de capture des années 1990 de six fois la valeur de celui des années 1970, ce qui n'est pas plus plausible. Par ailleurs, d'autres analyses (voir la partie 5.3) ont également donné une augmentation de la valeur  $M$  semblable à celle supposée par les modèles 1 et 2.

Que l'on utilise l'indice du relevé scientifique seul ou qu'on y inclue les indices des relevés

sentinel indices and the commercial catch rate index.

Results are very similar between the standard and revised models (Models 1 and 2). Both fit most of the data well. Assuming a flat-topped PR, the standard model tends to underestimate abundance of very old fish (ages 12+) prior to 2000 and over estimate the abundance of these fish since then. The standard model also estimates recruitment rates since 1990s to have been better than indicated by the RV survey data. The revised model addresses both these discrepancies and slightly improves the overall residual pattern.

It was decided to retain the standard model (model 1) as the basis for the assessment in 2009. Further work on estimating age-dependent changes in  $M$  (model 2) is planned. The main issue to resolve is the choice of age-dependent values for  $M$  to be assigned in the initial time period. Once this issue is resolved, it is anticipated that a model with age-dependent  $M$  will be used in the assessment of this stock.

de pêche sentinelle et l'indice des modèles sont très semblables.

Les résultats sont très semblables entre le modèle normalisé et le modèle révisé (modèles 1 et 2). Les deux s'ajustent bien aux données. En presumant un recrutement partiel à sommet plat, le modèle normalisé semble sous-estimer l'abondance des très vieux poissons (âges 12 et plus) avant 2000, et à la surestimer depuis. De plus, le modèle normalisé donne, depuis les années 1990, des taux de recrutement estimés supérieurs à ceux qu'indiquent les données du relevé scientifique. Le modèle révisé élimine ces deux écarts et améliore légèrement le profil résiduel global.

Il a été décidé de retenir le modèle normalisé (modèle 1) pour fin d'évaluation en 2009. Des travaux supplémentaires pour estimer les changements de  $M$  dépendant de l'âge (modèle 2) sont prévus. La question principale à résoudre est la choix de la valeur de  $M$  dépendant de l'âge qui doit être assignée à la période initiale. Une fois résolue, on peut anticiper qu'un modèle avec  $M$  qui dépend de l'âge sera utilisé pour l'évaluation de ce stock.

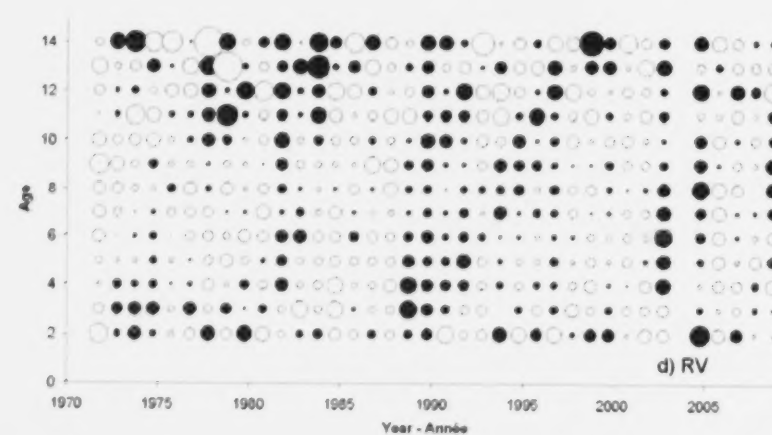
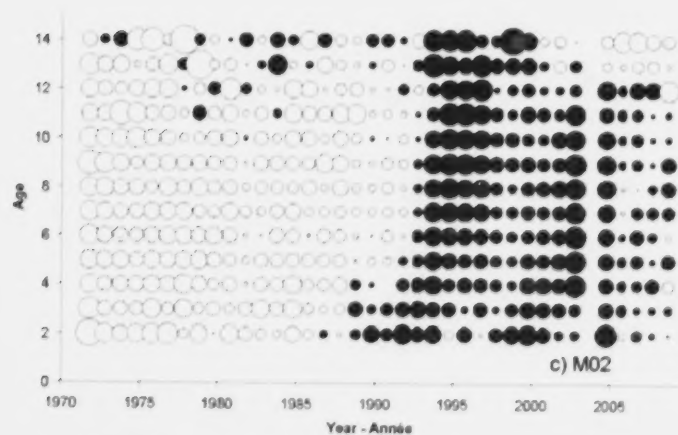
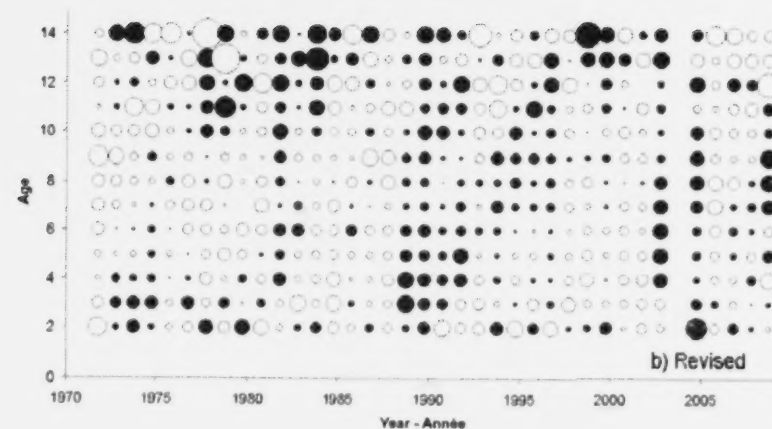
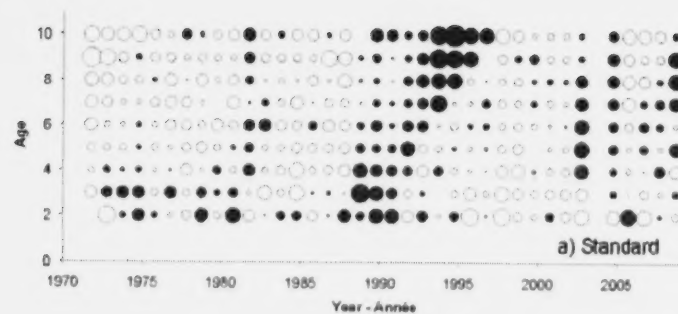


Figure A1: Residuals from the September research vessel (RV) survey for four models: a) the preferred model from the 2008 assessment, b) a revision of this model including older ages in the calibration and allowing  $M$  to vary by age (2-4, 5-10, 11-15) after 1986), c) a model assuming constant  $M=0.2$ , and d) the same model as in b but excluding all calibration indices except the RV indices. Open circles are negative residuals ( $RV < SPA$ ), black circles are positive residuals ( $RV > SPA$ ).

Figure A1: Résidus provenant du relevé scientifique de septembre pour les quatre modèles : a) le modèle de premier choix de l'évaluation de 2008; b) une révision de ce modèle qui incluait les groupes plus vieux dans le calibrage et permettait à la valeur  $M$  de varier selon l'âge (2-4, 5-10, 11-15) après 1986; c) un modèle présumant une valeur constante de  $M$ , à 0,2; d) le même modèle qu'au point b) mais qui excluait tous les indices de calibrage sauf les indices du relevé scientifique. Les cercles vides sont des résidus négatifs (résidus du relevé scientifique < l'ASP), et les cercles noirs pleins représentent les résidus positifs (résidus du relevé scientifique > l'ASP).

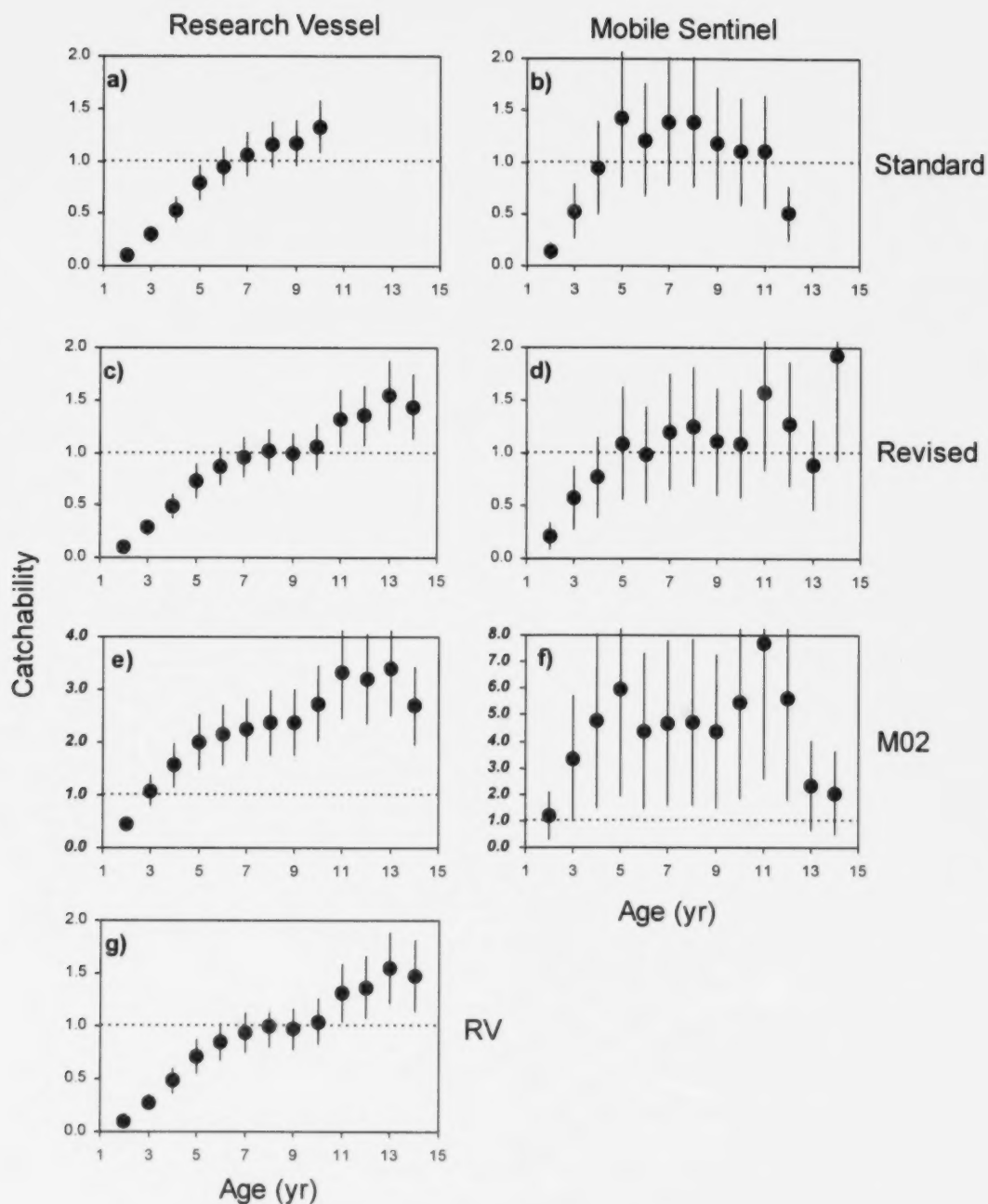


Figure A2: Estimated catchability coefficients to the RV and mobile sentinel surveys for four model formulations. Vertical line is  $\pm 2SE$ . Note change in y-axis scale in panels e and f.

Figure A2: Coefficients estimatifs du potentiel de capture du relevé scientifique et des relevés de pêche sentinelle à engins mobiles pour les quatre formulations de modèle. La ligne verticale est  $\pm 2$  écart-type. Remarquer les disparités d'échelle sur l'axe des y aux panneaux e et f.



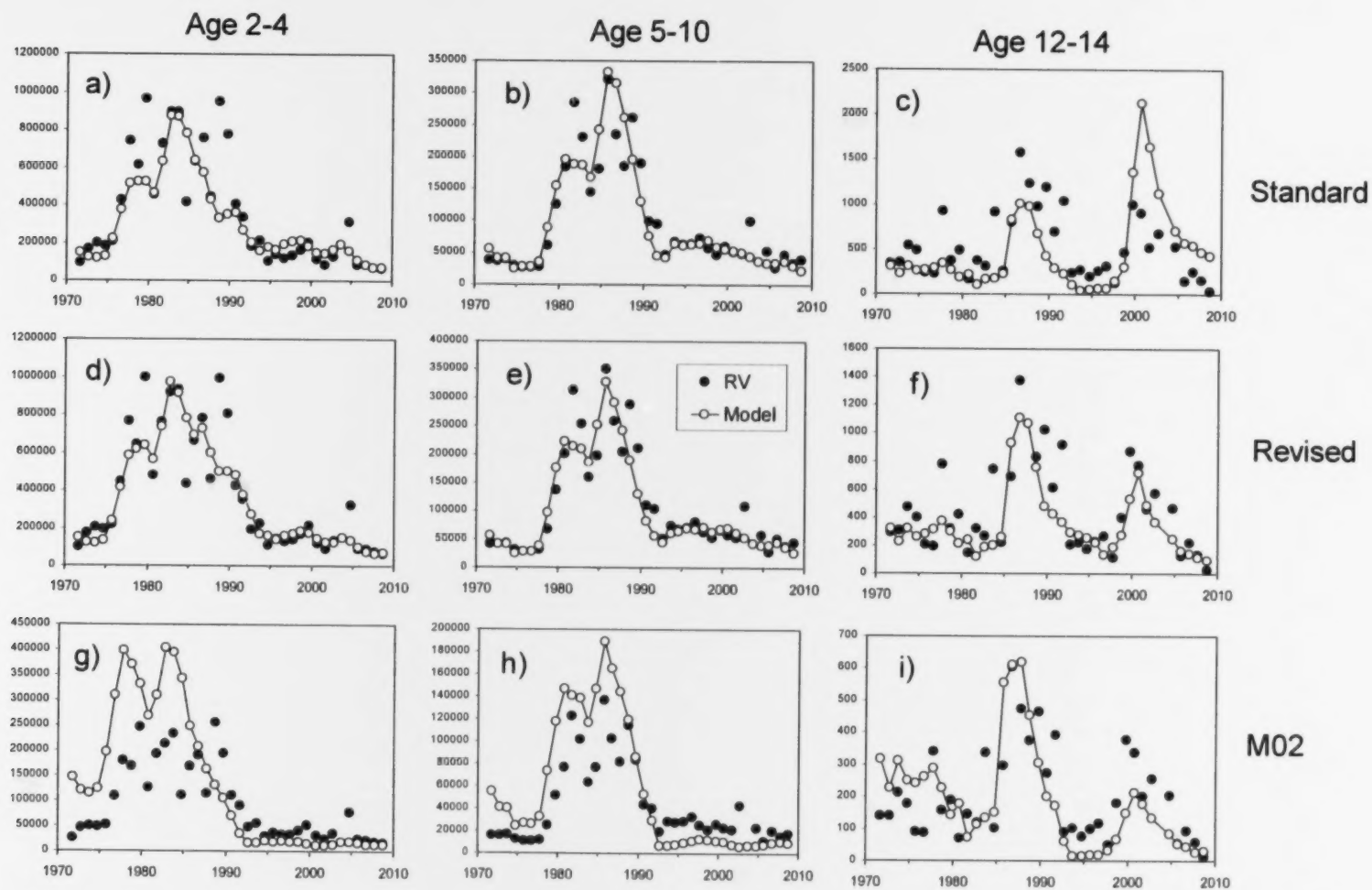


Figure A3: Comparison of catchability-corrected RV survey abundance indices and estimates of abundance (thousands) from three models for three age groups of cod.

Figure A3: Comparaison des indices d'abondance et des estimations de l'abondance des populations (en milliers) faites par le relevé scientifique et corrigées en fonction du potentiel de capture, à partir de trois modèles et pour trois groupes d'âge de morue.



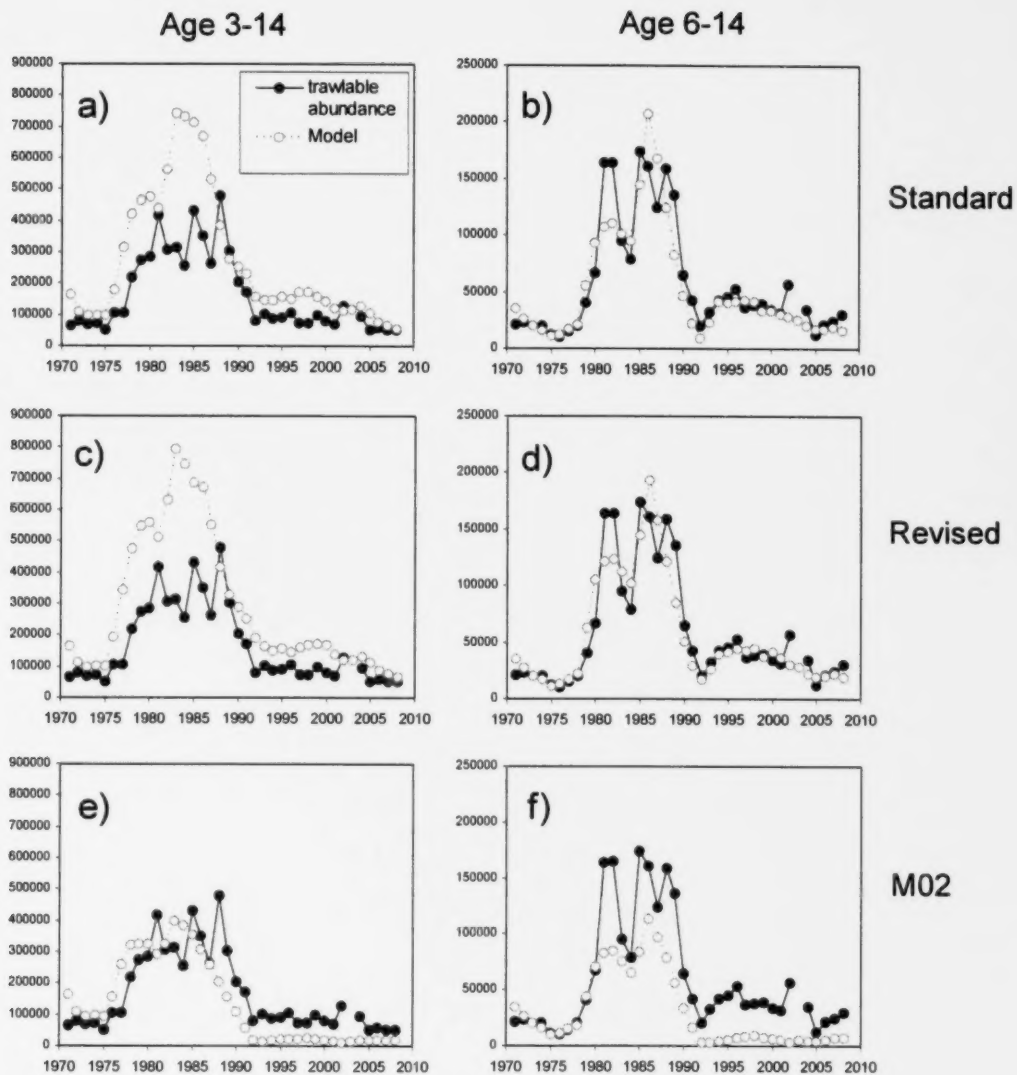


Figure A4: Comparison of trawlable abundance from the RV survey to model abundance.

Figure A4: Comparaison de l'abondance chalutable estimée par le relevé scientifique avec celle estimée par le modèle.

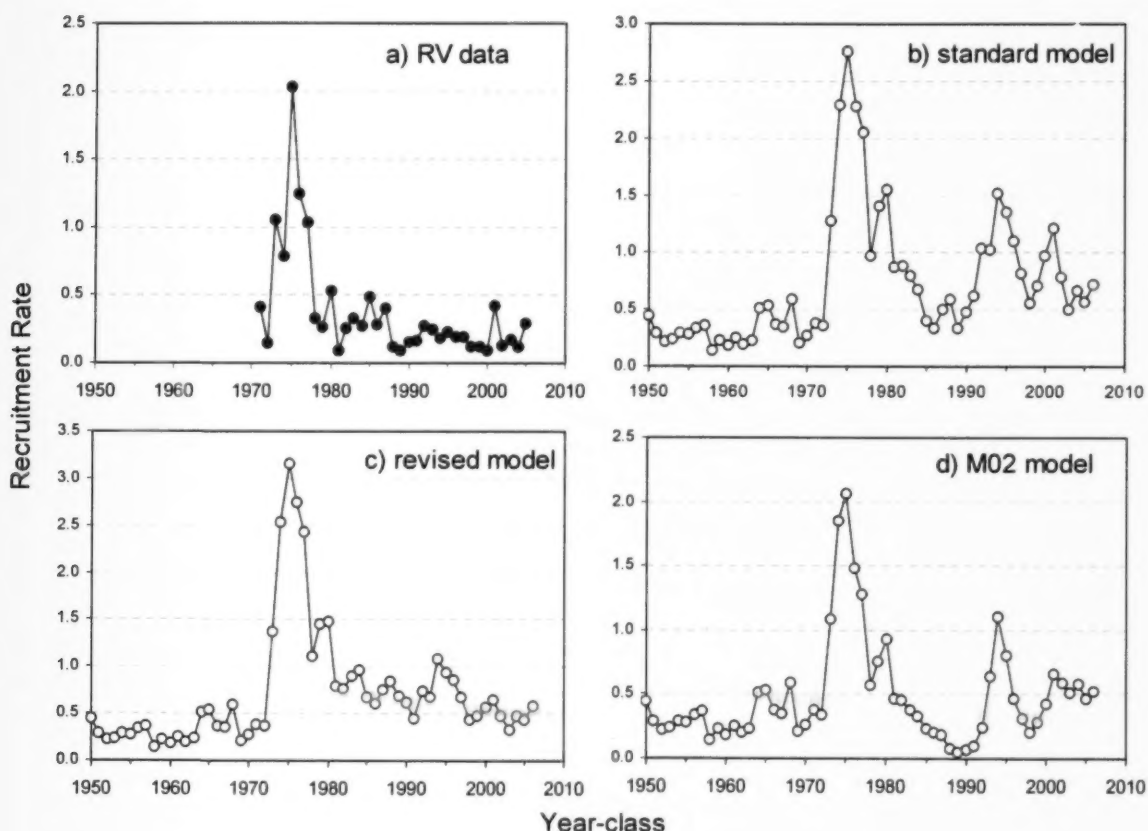


Figure A5: Estimated recruitment rate based on the RV survey data and the output of models 1 to 3. Recruitment rate is defined as the abundance of a year-class at age 3 divided by the spawning stock biomass that produced the year-class.

Figure A5: Taux de recrutement estimatif basé sur les données du relevé scientifique et le rendement des modèles 1 à 3. Le taux de recrutement est défini comme l'abondance d'une classe à l'âge 3 divisé par la biomasse du stock reproducteurs qui ont produit cette classe.

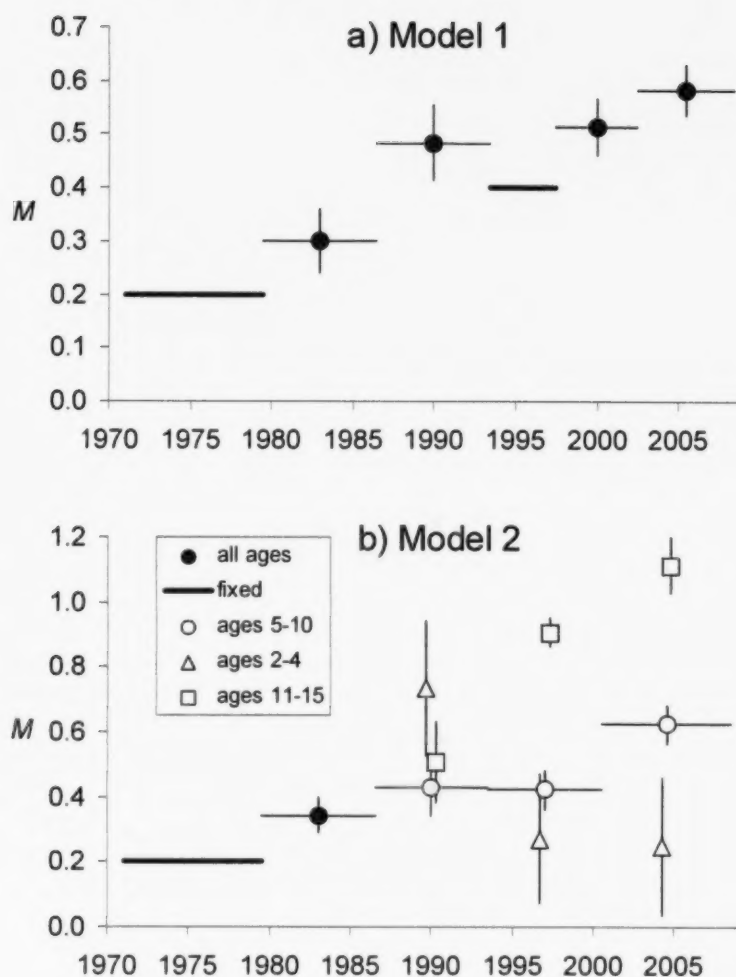


Figure A6: Estimates of natural mortality ( $M$ ) obtained using the standard and revised models (models 1 and 2). Heavy horizontal lines indicate assumed values. Circles are estimated values. Vertical lines indicate  $\pm 2SE$ . Light horizontal lines indicate the block of years used for each estimate.

Figure A6: Estimations de la mortalité naturelle ( $M$ ) obtenues en utilisant les modèles normalisé et révisé (modèles 1 et 2). Les lignes horizontales épaisses indiquent des valeurs présumées. Les cercles sont des valeurs estimées. Les lignes verticales indiquent  $\pm 2$  écart-type. Les lignes horizontales pâles indiquent le bloc d'années utilisé pour chaque estimation.

